

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANČÍ

Hedging měnového rizika vybrané společnosti

Currency Risk Hedging in a Selected Company

Student: Bc. Daniela Sikorová

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Tomáš Tichý, Ph.D.

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Ekonomická fakulta
Katedra financí

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Daniela Sikorová**
Studijní program: N6202 Hospodářská politika a správa
Studijní obor: 6202T010 Finance
Specializace: 00 Finance
Téma: **Hedging měnového rizika vybrané společnosti**
Currency Risk Hedging in a Selected Company

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
 2. Charakteristika a význam hedgingu
 3. Metody zajištění měnového rizika
 4. Aplikace vybraných metod hedgingu
 5. Závěr
- Seznam použité literatury
Seznam zkratk
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce
Seznam příloh
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

DUBOFSKY, David A. and Thomas W. MILLER. *Derivatives: Valuations and Risk Management*. 1st ed. New York: Oxford University Press, 2003. 646 s. ISBN 0-19-511470-1.
HULL, John. C. *Options, Futures and Other Derivatives*. 6th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2005. 744 s. ISBN 0-13-149908-4.
STULZ, Rene M. *Risk Management & Derivatives*. 1st ed. Mason: Thomson, 2003. 676 s. ISBN 0-538-86101-0.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Tomáš Tichý, Ph.D.**

Datum zadání: 22.11.2013

Datum odevzdání: 25.04.2014





Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová
děkanka fakulty

„Prohlašuji, že jsem celou práci, včetně příloh, vypracovala samostatně“

V Ostravě dne 25. dubna 2014


Daniela Sikorová

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Tomáši Tichému, PhD. za vstřícnost, věnovaný čas a poskytnuté odborné rady při jejím zpracování.

Obsah

1	Úvod	6
2	Charakteristika a význam hedgingu	8
2.1	Vymezení finančního rizika	8
2.2	Význam zajištění	9
2.3	Metody hedgingu	10
2.4	Finanční deriváty	12
2.4.1	Charakteristika finančních derivátů	12
2.4.2	Druhy finančních derivátů	13
2.4.3	Forwardy	13
2.4.4	Futures	15
2.4.5	Swapy	16
2.4.6	Opce	16
2.5	Simulace náhodného vývoje ceny finančních aktiv	23
2.5.1	Wienerův proces	23
2.5.2	Itôův proces	24
2.5.3	Brownův proces	25
2.6	Modely ocenění měnových opcí	27
2.6.1	Black - Scholesův model	28
2.6.2	Binomický model oceňování	30
2.6.3	Simulace Monte Carlo	31

3	Meody zajištění měnového rizika	32
3.1	Měnové riziko	32
3.1.1	Devizová pozice	32
3.1.2	Měnová expozice	33
3.2	Metody zajištění kurzového rizika	34
3.2.1	Interní metody	35
3.2.2	Externí metody	36
3.2.3	Parametry hedgingových metod	36
3.3	Vybrané metody zajištění měnového rizika	37
3.3.1	Oceňování měnových derivátů	37
3.3.2	Měnový forward	38
3.3.3	Ocenění plain vanilla put opce	39
3.3.4	Opční strategie	40
3.3.5	Short range forward	43
3.3.6	Částečné zajištění	45
3.3.7	Pasivní strategie	46
4	Aplikace vybraných metod měnového zajištění společnosti	48
4.1	Profil skupiny Moravia Steel a.s.	48
4.2	Charakteristika problému a vstupní údaje	51
4.3	Simulace měnového kurzu	52
4.3.1	Simulace Monte Carlo	53
4.4	Pasivní strategie	55
4.5	Zajištění měnového rizika forwardem	56

4.6	Zajištění měnového rizika put opcí	57
4.7	Zajištění opčními strategiemi	59
4.8	Zajištění short range forwardem	64
4.9	Částečné zajištění	66
4.9.1	Částečné zajištění forwardem	66
4.9.2	Částečné zajištění put opcí	67
4.10	Zhodnocení a porovnání jednotlivých hedgingových strategií	67
4.10.1	Zhodnocení strategií na základě zvolených parametrů	67
4.10.2	Hodnocení vybraných strategií dle počátečních nákladů	71
4.10.3	Zhodnocení hedgingových metod dle postoje investora k riziku	71
4.10.4	Zhodnocení jednotlivých strategií dle vztahu výnos a riziko	71
4.10.5	Hodnocení zajišťovacích strategií při zohlednění všech kritérií	72
5	Závěr	73
	Seznam použité literatury	75
	Seznam zkratk	77
	Seznam příloh	

1 Úvod

Volný pohyb osob, zboží, služeb a kapitálu je na trhu zdrojem růstu efektivity i konkurence pro podnikatelské subjekty. Podnikům realizující obchody se zahraničím a operující s cizí měnou tak vzniká určitá nejistota z nesouladu mezi okamžikem realizace obchodu a inkasem příslušné částky v cizí měně. Měnové riziko je nedílnou součástí podnikatelské činnosti všech subjektů a v případě jeho nekrytí může mít kolísání devizových kurzů nepříznivý dopad na hospodářské výsledky podniku.

V důsledku globalizace dnes existuje na měnovém trhu množství nástrojů, které mohou měnové riziko zcela nebo z části eliminovat. Jedním ze způsobů úplného či částečného omezení tohoto rizika je metoda hedgingu neboli zajištění vycházející ze sestavení portfolia složeného s rizikového aktiva, resp. skupiny aktiv, a jednoho nebo více finančních derivátů.

Cílem diplomové práce je hedging měnového rizika vybrané výrobní společnosti a posouzení výsledných efektů zvolených zajišťovacích strategií dle stanovených kritérií a hledisek.

Diplomová práce je kromě úvodu a závěru rozdělena do tří stěžejních kapitol, přičemž první dvě kapitoly jsou věnovány teoretickým poznatkům o podstatě a významu hedgingu při řízení podniku. Třetí část práce obsahuje praktickou aplikaci vybraných zajišťovacích strategií.

Druhá kapitola je zaměřena na charakteristiku a význam hedgingu. Zároveň je v této části vymezeno finanční riziko a jeho členění. Dále jsou teoreticky popsány a vysvětleny základní finanční deriváty, konkrétně forwardy, futures, swapy a opce. V závěru kapitoly jsou vysvětleny náhodné procesy finančních aktiv, dle kterých se aktiva vyvíjejí a rovněž jsou zde popsány modely oceňování opcí.

V následující kapitole je vysvětleno měnové riziko a s ním související měnová expozice a devizová pozice. Dále jsou přiblíženy metody zajištění měnového rizika. Podstatnou část kapitoly tvoří podrobnější objasnění a ocenění vybraných metod zajištění měnového rizika, které jsou využity v praktické části práce.

V třetí části jsou aplikovány teoretické poznatky z předchozích kapitol na vybrané společnosti, která obchoduje především se zeměmi Evropské unie. Nejdříve je představena samotná výrobní společnost Moravia Steel a.s. Dále je naformulován řešený problém a jsou

uvedeny vstupní údaje nezbytné pro aplikaci vybraných hedgingových strategií. Na bázi geometrického Brownova procesu s použitím metody Monte Carlo je nasimulován vývoj měnového kurzu. Využitím poznatků z předchozí kapitoly jsou pak oceněny vybrané měnové deriváty a jednotlivé efekty z těchto strategií jsou nakonec zhodnoceny dle zvolených kritérií. Veškeré výpočty jsou a grafické výstupy jsou provedeny v programu Wolfram Mathematica.

2 Charakteristika a význam hedgingu

Změny podmínek v podnikatelském prostředí jsou příčinou vzniku rizik ohrožující jednotlivé společnosti. Tato rizika nelze zcela odstranit, ale jejich vhodným řízením lze dosáhnout jejich výrazné eliminace. Jedním z druhů nebezpečí ohrožující chod podniku je riziko finanční, které lze označit jako ztrátu vznikající z finančních aktivit společnosti. Pro eliminaci finančních rizik je používán pojem hedging.

Tato kapitola je zaměřena na charakteristiku a význam hedgingu. Zároveň je vymezeno finanční riziko a jeho členění. Dále jsou teoreticky popsány a vysvětleny základní finanční deriváty a v závěru kapitoly jsou vysvětleny náhodné procesy finančních aktiv. V této části práce jsou teoretické informace čerpány zejména z literatury Dubofsky a Miller (2003), Hull (2009), Jílek (2000) a Dvořák (2010).

2.1 Vymezení finančního rizika

Riziko lze obecně vymezit jako pravděpodobnost odchylky od očekávaného stavu. Odchylky mohou být negativní i pozitivní. Finanční rizika lze členit podle jejich eliminace na nesystematická rizika (také specifická či jedinečná) a rizika systematická (faktorová nebo tržní). Nesystematická rizika jsou spojena s činností firmy a je možno je snížit diverzifikací. Systematická rizika lze eliminovat zajištěním a postihují všechny podnikatelské subjekty.

Mezi finanční rizika je řazeno kreditní (úvěrové) riziko, vyplývající z nedostání závazků protistrany z důvodu platební neschopnosti či nevůle. Dále patří mezi finanční rizika tržní riziko, operační riziko a riziko likvidity. Tržní riziko je pravděpodobnost ztráty ze změny tržních cen finančních aktiv, komodit a finančních derivátů z důvodu nepříznivého vývoje podmínek na trhu. Tržní riziko lze dále dělit na měnové riziko, úrokové riziko, akciové riziko, komoditní riziko a riziko ze změn ceny finančních derivátů. Riziko vycházející z provozních nedostatků a chyb, selhání lidského faktoru, technických systémů apod. je označováno jako operační. Za riziko likvidity je považováno riziko, že firma nebude mít dostatek likvidních prostředků pro zajištění svých splatných závazků. Poslední kategorií finančního rizika je obchodní riziko související s právní povahou smluv, reputací podniku, daňovými změnami, přírodními katastrofami nebo regulačními opatřeními.

2.2 Význam zajištění

Hedging je prováděn pomocí finančních derivátů, které umožňují redukovat nebezpečí nepříznivého vývoje finančního aktiva. Princip těchto specifických finančních instrumentů spočívá v přenesení rizika na subjekty, které jsou vytvořeny za účelem obchodování a řízení rizik a jsou tak toto finanční riziko ochotny převzít. Úsilím podniku je pomocí hedgingu snižovat riziko nepříznivého vývoje cen komodit, akcií, měnových kurzů či úrokových měr a eliminovat tak negativní dopady na hospodářské výsledky společnosti. Pokles volatility zisku umožní snížení nákladů kapitálu, vyšší poptávku po firemních akciích a stimuluje růst tržní hodnoty firmy.

Jedním z důvodů řízení finančních rizik ve společnosti je možnost snížení nákladů finanční tísně. Pokud se skutečné peněžní toky liší od očekávaných budoucích toků, existuje pravděpodobnost, že firma nebude schopna plnit své závazky. S narůstající zadlužeností podniku jsou zaznamenány náklady finanční tísně, které mohou vést k jeho úpadku. Do těchto nákladů jsou řazeny všechny přímé a nepřímé náklady, které plynou ze špatné finanční situace podnikatelského subjektu. Přímé náklady jsou veškeré účetní a právní výdaje, které je nutno uhradit. Za nepřímé náklady jsou považovány zvýšené úroky, které jsou požadovány věřiteli jako náhrada za vyšší riziko, snížená poptávka po produktech společnosti, která má finanční problémy, snížení hodnoty majetku firmy v úpadku nebo nevyužité investiční příležitosti z důvodu nezískání cizích zdrojů na jejich financování. Zajištěním finančního rizika je dosaženo nižší volatility peněžních toků společnosti a tím je i snížena pravděpodobnost vzniku finančních problémů. Stabilní peněžní toky jsou pozitivním impulsem pro poskytování vyšších půjček věřiteli. Se zvýšenými půjčkami narůstá i firemní dluhová kapacita a vlivem daňového štítu dochází ke snížení daní ze zisku.

Hedging lze také považovat jako způsob zvyšování pravděpodobnosti uskutečnění atraktivních investic, přičemž je vycházeno z předpokladu, že vlastní zdroje financování jsou levnější než cizí kapitál. V případě, že budou budoucí peněžní toky nečekaně nízké, může být podniku znepřístupněn vstup na kapitálové trhy, čímž je firmě odepřena i možnost získat cizí zdroje a realizace nových investic. Opatřením risk managementu však může být snížen rozptyl budoucích peněžních toků, což zvyšuje pravděpodobnost, že firma bude mít dostatek vnitřně generovaných peněžních toků na uskutečnění nových investic a nebude tak muset využít nákladný cizí kapitál.

Dalším důvodem pro zajištění je nižší nákladnost pro firmy než pro jednotlivce. Některé nástroje sloužící k zajištění jsou dostupné pouze velkým korporacím a jednotliví investoři je využít nemohou nebo jsou pro ně příliš drahé. Podniky mohou mít také lepší přístup k informacím než jednotlivci a mohou tak efektivněji řídit rizika.

2.3 Metody hedgingu

Pokud je drženo rizikové aktivum nebo celé portfolio rizikových aktiv, lze jej zajistit proti pohybu určitých rizikových faktorů spojením původního aktiva s jinou skupinou finančních aktiv. Smyslem vytvoření nového portfolio je snaha o dosažení co nejnižšího rizika. Hedgingové portfolio je obecně definováno vztahem:

$$\Pi_t = Q \cdot S_t - h \cdot N \cdot f_{t,T}, \quad (2.1)$$

kde Π_t představuje hodnotu hedgingového portfolio v čase t , Q znamená množství rizikového aktiva S , u hedgingu měnového rizika jde o velikost devizové pozice, S_t znamená jednotkovou cenu rizikového aktiva v čase t , h je množství kontraktů finančního derivátu, počet derivátů na jeden kontrakt je označen jako N a $f_{t,T}$ je jednotková cena využitého finančního derivátu v okamžiku t na budoucí čas T .

Metody hedgingu jsou rozlišovány dle různých hledisek. Obvykle jsou metody členěny:

podle počtu revizí v čase:

- statický hedging – hedgingové portfolio se v čase nemění, je vytvořeno na jedno období,
- dynamický hedging – hedgingové portfolio je vytvořeno pro více období a jeho revize jsou prováděny v průběhu zajištění,

dle frekvencí revizí:

- diskrétní hedging – revize hedgingového portfolio jsou prováděny v pevně stanovených intervalech,
- spojitý hedging – portfolio je revidováno v nekonečně malých momentech,

podle zajišťovaného rizika:

- celkové riziko
- pouze systematické riziko, které je možno eliminovat hedgingem
- pouze nesystematické (jedinečné) riziko odstranitelné diverifikací,

dle hedginových kritérií:

- faktorově neutrální (delta hedging, gama hedging, delta-gama hedging, imunizace hedgingového portfolia na bázi durace),
- minimální rozptyl,
- minimální hodnota Value at Risk (VaR),
- minimalizace střední hodnoty ztráty,
- minimální střední hodnota funkce užitku,
- minimalizace rizikově upravené výnosnosti kapitálu RAROC (jedná se o zisk po zdanění dělený rizikovým kapitálem),

dle typu zajišťovaných podkladových aktiv:

- akcie,
- obligace,
- měny,
- finanční deriváty,
- úroky,
- komodity,

podle typu finančních rizik:

- kreditní (úvěrové) riziko spojené s nesplněním závazků,
- tržní riziko (akciové, úrokové, měnové a komoditní),
- operační riziko,

- riziko likvidity.

2.4 Finanční deriváty

Deriváty se dostaly do povědomí v polovině 19. století zároveň se vznikem největší derivátové světové burzy Chicago board of trade a Chicago mercantile exchange. Termínové obchody byly využívány zejména k fixaci budoucí ceny zemědělských produktů. Dnes jsou podkladovými nástroji derivátů nejen komodity ale i jiná aktiva jako např. úrokové míry, ceny akcií a měnové kurzy. Impulsem pro prudký rozvoj finančních derivátů byla nestabilita finančních trhů, která byla charakteristická zvýšenou volatilitou úrokových sazeb, kurzů měn a cenných papírů. Tato situace vedla ke zvýšení rizika pro všechny subjekty na finančních trzích. Finanční deriváty tak sloužily k zajištění proti zvyšujícímu se riziku.

Finanční deriváty jsou využívány k zajištění, arbitráži či spekulaci. U spekulace je uzavírán takový obchod, u kterého je požadován zisk na cenovém vývoji. Arbitráž je postavena na využití cenových rozdílů. Cenové difference mohou být způsobeny časovými či teritoriálními rozdíly. Při zajištění jsou ceny určitého finančního instrumentu zafixovány ke sjednanému okamžiku v budoucnu. Smyslem zajištění je předejít ztrátě. Obchod na termínovém trhu je podstatou finančních derivátů. Vyznačuje se časovým nesouladem mezi sjednáním obchodu a jeho vypořádáním. Naopak promptní neboli spotový obchod je uskutečněn ve stejný časový okamžik jako jeho plnění.

2.4.1 Charakteristika finančních derivátů

Finanční deriváty jsou charakterizovány následujícími základními parametry. Jejich cena (výplata) je odvozena z náhodné proměnné. Tato proměnná je označována jako podkladové aktivum S . Tímto aktivem mohou být ceny komodit, měnové kurzy, ceny akcií, ceny obligací či úrokové sazby. Předem dohodnutá částka, za kterou bude podkladové aktivum koupeno respektive prodáno, je označována jako realizační cena X . Dobou splatnosti T je chápán časový interval, na který je kontrakt sjednán. Cena derivátu f představuje částku, kterou platí kupující prodávajícímu v době uzavření kontraktu. Vnitřní hodnotou (též výplatní funkcí) se rozumí efekt, který plyne z realizace daného instrumentu bez ohledu na výdaje (příjmy), které jsou s uzavřením kontraktu spojeny. Poslední základní parametr derivátu je zisk (ztráta), který plyne z kontraktu. Jedná se o celkový efekt, který plyne z vypořádání kontraktu při zohlednění výdajů (příjmů), které jsou s uzavřením spojeny.

2.4.2 Druhy finančních derivátů

Deriváty je možno dělit do dvou hlavních skupin. Jsou to termínové a opční kontrakty. Do termínových kontraktů jsou řazeny deriváty typu forward a futures. Pro kupujícího a prodávajícího neexistuje volnost v jejich rozhodování a oba jsou povinni splnit závazky z kontraktu v době realizace. Vzhledem k rovnosti prodávajícího a kupujícího jsou termínové kontrakty označovány jako lineární finanční deriváty. Jako termínový kontrakt je chápán i swapový kontrakt, kterým se rozumí závazek dvou stran o výměně aktiv v budoucnu.

U opčních kontraktů si nejsou protistrany rovny a kupující derivátu má právo se rozhodnout, zda bude opce uplatněna či nikoliv. Prodávající opce musí splnit požadavky dle rozhodnutí kupujícího. Tyto kontrakty jsou označovány jako nelineární finanční deriváty.

2.4.3 Forwardy

Forward je typ derivátu, který je založen na smlouvě o koupi a prodeji aktiva v určitý časový okamžik v budoucnu za smlouvenou (realizační) cenu. S forwardy je obchodováno na mimoburzovních (over the counter, OTC) trzích, z čehož pramení možnost uzavření kontraktu s parametry, které přesně vyhovují jednotlivým investorům. Problémovou oblastí tohoto derivátu šitého na míru je malá pravděpodobnost nálezu partnera na sekundárním trhu, který by byl ochoten tento derivát se specifickými parametry koupit. Nevýhodou tohoto obchodování je zvýšené riziko, že jedna strana kontraktu nedostane svých závazků. Zárukou je zde pouze dobré jméno obchodníka. Výhodou forwardů jsou nulové náklady na jejich uzavření.

Zatímco jeden z účastníků forwardového kontraktu zaujímá dlouhou pozici a má povinnost koupit podkladové aktivum dle sjednaných podmínek, druhý z účastníků se nachází v krátké pozici a má povinnost prodat podkladové aktivum dle podmínek kontraktu. S oběma pozicemi je spojena rozdílná výplatní funkce (vnitřní hodnota), která vyjadřuje velikost výplaty v době zralosti derivátu. Forwardový kontrakt je závazný pro obě zúčastněné strany a k jeho zrušení je potřeba souhlasu obou smluvních partnerů.

Vnitřní hodnotu forwardu z dlouhé (long) pozice v době zralosti lze vypočítat dle vzorce,

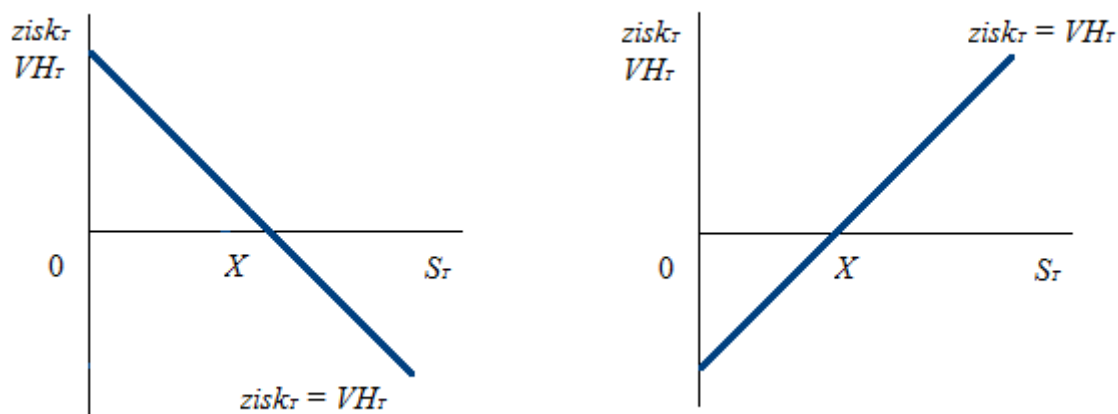
$$VH_T^{long} = S_T - X. \quad (2.2)$$

Pro krátkou pozici má výplatní funkce tvar:

$$VH_T^{short} = X - S_T, \quad (2.3)$$

kde VH_T vyjadřuje vnitřní hodnotu forwardu v době zralosti, X je realizační cena a S_T je cena bazického aktiva v době zralosti.

Obr. 2.1 Výplatní funkce forwardu pro krátkou a dlouhou pozici



Zdroj: Hull (2009, str. 5)

V případě krátké pozice subjekt očekává pokles ceny podkladového aktiva, a pokud je $S_T < X$, kupující podkladového aktiva realizuje zisk, v opačném případě ztrátu.

Pokud je kupujícím podkladového aktiva očekáván růst jeho ceny, subjekt zaujme krátkou pozici ve forwardu a při $S_T > X$ bude peněžní tok z realizace forwardu kladný.

Další důležité pojmy spojené s forwardovými kontrakty jsou hodnota forwardu a forwardová cena. Pro dlouhou pozici je hodnota forwardu dána vztahem:

$$F_{t,T} = S_t - X \cdot e^{-r \cdot \tau}. \quad (2.4)$$

Hodnota pro krátkou pozici je dána vzorcem:

$$F_{t,T} = X \cdot e^{-r \cdot \tau} - S_t, \quad (2.5)$$

kde $F_{t,T}$ znamená forward sjednaný v čase t se splatností v době T , r je bezriziková sazba, $\tau = T - t$ značí dobu do splatnosti a $e^{-r \cdot \tau}$ vyjadřuje diskontní faktor.

Forwardová cena je realizační cena forwardu, u které je hodnota forwardového kontraktu rovna nule.

$$F_{t,T} = 0, X = S_t \cdot e^{r \cdot \tau}. \quad (2.6)$$

2.4.4 Futures

Futures patří také mezi dvoustranné dohody o koupi podkladového aktiva uzavřené v současnosti s vypořádáním v určitý okamžik v budoucnosti a je závazná pro oba zúčastněné subjekty. Futures jsou tedy určitou modifikací forwardů. Liší se ve způsobu obchodování, jelikož futures jsou obchodovány na standardizovaných tzv. derivátových burzách. Obchody na těchto burzách jsou zárukou, že dojde k vypořádání kontraktu. Na rozdíl od forwardových kontraktů zde neexistuje kreditní riziko.

Futures jsou také na rozdíl od forwardových kontraktů likvidnější a jsou snadno obchodovatelné na veřejných trzích. Futures jsou každodenně přeceňovány, je tak zjišťována aktuální hodnota kontraktu dle uzavírací ceny a jeho následné vypořádání ze zálohového účtu klienta. Na každém účtu existuje hranice udržovací zálohy. Pokud pod ní zálohový účet spadne, je nutno dodat doplňující zálohu. Kupující futures (dlouhá pozice) bude v zisku v případě růstu ceny kontraktu. Pokud cena kontraktu klesá, bude vydělávat prodávající futures kontraktu (krátká pozice). Většinou je motivací sjednání futures dosažení zisku z pohybu kurzů futures kontraktů, proto jsou obvykle ukončeny před dobou splatnosti. Společným znakem pro forward a futures je, že kupující hradí cenu kontraktu až v době jeho splatnosti.

Tab. 2.1 Srovnání kontraktů forward a futures

Forward	Futures
Soukromý kontrakt mezi dvěma stranami	Obchodován na burze
Není standardizován	Standardizovaný kontrakt
Obvykle je stanoveno jednorázové vypořádání v době splatnosti	Postupné vypořádání v průběhu životnosti
Dochází k dodání nebo finančnímu vyrovnání	Smlouva je obvykle ukončena před dobou splatnosti
Uzavírán na určitou dobu	Uzavírán na určité datum
Existence kreditního rizika	Prakticky žádné úvěrové riziko

Zdroj: Hull (2009, str. 39)

2.4.5 Swapy

Swapy jsou finanční deriváty, které zavazují oba zúčastněné subjekty k vzájemným dohodnutým výměnám podkladových aktiv nebo finančních toků v určitých termínech v budoucnu. V podstatě je swap spojení několika forwardových kontraktů uzavřených v jednom časovém okamžiku s různými dobami zralosti. Swapy jsou nestandardizované deriváty, jsou tedy obchodovány na OTC trzích a jejich počáteční hodnota je nulová. Existuje několik druhů swapů např. akciové, komoditní, měnové a úrokové. Dále bude popsán měnový swap.

Měnový swap představuje smluvně sjednanou opakovanou výměnu úrokových plateb v jedné měně za úrokové platby v druhé měně k určitému časovému okamžiku v budoucnu. Nominální hodnota měnového swapu je rovněž předmětem kontraktu a k její výměně dochází na začátku a na konci životnosti smlouvy. Na rozdíl od jistiny, jsou úrokové platby průběžné směňovány během celé doby trvání kontraktu. Nominální hodnoty na začátku a na konci kontraktu jsou přepočítávány stejným spotovým kurzem, který byl aktuální v době uzavření swapu. Tím je zajištěno měnové riziko.

2.4.6 Opce

Opce představují skupinu finančních aktiv vhodných k zajištění rizik, se kterými se obchoduje jak na OTC trzích, tak na burzách. Opce umožňují zajištění proti negativním změnám tržních cen i profitování z pozitivních pohybů cen podkladových aktiv. Od termínových kontraktů se výrazně odlišují. Pojmenování těchto nelineárních derivátů je odvozeno z volné pozice držitele opce (kupujícího), který má možnost volby koupě nebo prodeje podkladového aktiva. Druhá strana (upisovat) se nachází v těsné pozici a má povinnost respektovat rozhodnutí kupujícího opce a dostát svým závazkům vyplývajících z kontraktu.

Základní dělení podle práva na nákup či prodej podkladového aktiva rozlišuje kupní (call) opce a prodejní (put) opce. Call opce dává majiteli právo koupit podkladové aktivum za předem dohodnutou cenu k danému časovému okamžiku. Pokud kupující opci využije, je upisovatel povinen dle stanovených podmínek kontraktu dostát svým závazkům a podkladové aktivum dodat. Put opce představuje smlouvu, která dává vlastníkově právo k prodeji bazického aktiva za smluvně dohodnutou cenu. Pokud vlastník využije opci, je prodávající (upisovatel) povinen převzít podkladové aktivum a zaplatit za něj předem stanovenou cenu.

Za právo volby je však majitel povinen zaplatit cenu nazývanou opční prémie. Opční prémie je složena z vnitřní a časové hodnoty.

Časová hodnota opce se mění s dobou její životnosti. Čím je kratší doba do splatnosti opce, tím nižší je časová hodnota opce. V okamžiku vypršení životnosti je časová hodnota opce nulová. Pokud dojde během životnosti opce k situaci, kdy je její časová hodnota záporná, je doporučeno opci okamžitě uplatnit.

Vnitřní hodnota neboli výplatní funkce udává jaký je přínos z okamžitého uplatnění opce. U call opce to je rozdíl mezi cenou podkladového aktiva a realizační cenou a v případě short opce to je rozdíl realizační ceny a ceny podkladového aktiva. Záporný výsledek tohoto vztahu znamená nulovou vnitřní hodnotu opce. V souvislosti s výslednou vnitřní hodnotou jsou rozlišovány tři typy opcí. Jestliže je vnitřní hodnota větší než nula, jedná se o opci in the money (v penězích, ITM). Opce out of the money (mimo peníze, OTM) je situace, kdy je vnitřní hodnota menší než nula. Označení pro opci at the money (na penězích, ATM) je používáno, když je vnitřní hodnota rovna nule.

Tab. 2.2 Vztah vnitřní hodnoty call opce a put opce

Vztah S_T a X	Call opce		Put opce	
	VH	Označení	VH	Označení
$S_T > X$	$S_T - X$	ITM	0	OTM
$S_T = X$	0	ATM	0	ATM
$S_T < X$	0	OTM	$X - S_T$	ITM

Zdroj: Tichý (2006, str. 28)

Podle doby využití jsou opce rozlišovány na americké, evropské a bermudské. Americké opce mohou být využity kdykoliv během jejich životnosti do doby realizace. Možnost využití práva pouze v jeden okamžik představuje evropská opce. Bermudská opce je kombinací evropské a americké opce a lze ji využít v určitém časovém intervalu mezi uzavřením a realizací kontraktu. Kromě kombinací těchto opcí s jednoduchou výplatní funkcí označovaných jako plain vanilla opce, existují na trhu exotické opce (např. složené opce, bariérové opce, binární opce apod.) se složitějšími vlastnostmi.

Na cenu opce mají pozitivní či negativní vliv různé faktory, jako např. cena podkladového aktiva, realizační cena, doba do splatnosti apod. Působení jednotlivých faktorů je znázorněno v Tab. 2.3.

Tab. 2.3 Vliv nejdůležitějších faktorů na ceny opcí

		Call		Put	
		Evropská	Americká	Evropská	Americká
Cena akcie	klesá	klesá	klesá	roste	roste
	roste	roste	roste	klesá	klesá
Realizační cena	klesá	roste	roste	klesá	klesá
	roste	klesá	klesá	roste	roste
Doba do splatnosti	klesá	klesá	klesá	klesá/roste	klesá
	roste	roste	roste	klesá/roste	roste
Úroková sazba	klesá	klesá	klesá	roste	roste
	roste	roste	roste	klesá	klesá
Rizikovitost akcie	klesá	klesá	klesá	klesá	klesá
	roste	roste	roste	roste	roste

Zdroj: Ambrož (2002, str. 68)

Výplatní funkce opcí, stejně jako u forwardů, vyjadřuje efekt plynoucí z realizace kontraktu. Podoba výplatní a ziskové funkce je odlišná pro jednotlivé opční pozice. Existují čtyři základní pozice, mezi které se řadí dlouhá pozice v kupní opci (long call), krátká pozice v kupní opci (short call), dlouhá pozice v prodejní opci (long put) a krátká pozice v prodejní opci (short put). Následně budou popsány základní opční pozice evropských opcí.

Long call pozice vyjadřuje vlastnictví opce na nákup podkladového aktiva. Kupujícímu, tedy majiteli opce, umožňuje dosáhnout neomezeného ziskového potenciálu, přičemž s rostoucí spotovou cenou podkladového aktiva během životnosti opce se zisk zvyšuje. Maximální ztráta majitele opce je omezena výší opční prémie zaplacené za právo volby.

Vnitřní hodnota (výplatní funkce) v dlouhé pozici call opce je dána vztahem:

$$VH = \max(S_T - X, 0), \quad (2.7)$$

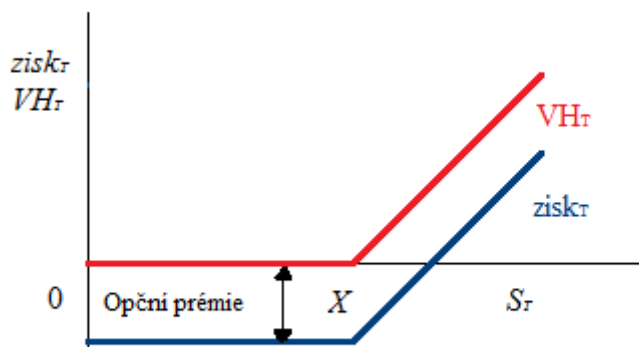
kde VH vyjadřuje vnitřní hodnotu opce, S_T je spotová (aktuální) cena podkladového aktiva a X je realizační cena.

Zisk z dlouhé pozice v call opce je definována následovně:

$$\text{zisková funkce} = \max(S_T - X - c, -c), \quad (2.8)$$

kde c představuje opční prémii u call opce.

Obr. 2.2 Vnitřní hodnota a zisk v pozici long call



Zdroj: Dubofsky a Miller (2003, str. 15)

Short call pozice tvoří zrcadlovou pozici předchozí long call pozice. Pokud strana v long pozici využije právo na realizaci kontraktu, je upisovatel (short call pozice) povinen dodat podkladové aktivum. Subjekt, který se nachází v short call pozici (prodávající) inkasuje za prodej práva volby zisk maximálně ve výši opční premie, která mu bude zaplacená majitelem call opce. Pro upisovatele platí, že s růstem ceny podkladového aktiva může dosáhnout neomezené ztráty.

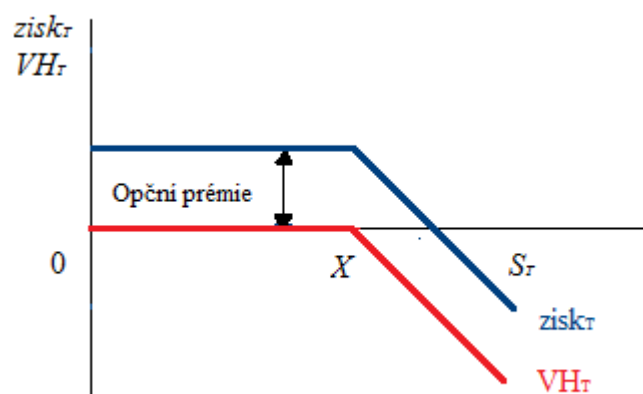
Vnitřní hodnotu pro krátkou pozici v kupní opci lze vyjádřit jako:

$$VH = \min(X - S_T, 0). \quad (2.9)$$

Ziskovou funkci lze vyjádřit vztahem:

$$zisková\ funkce = \min(X - S_T + c, c). \quad (2.10)$$

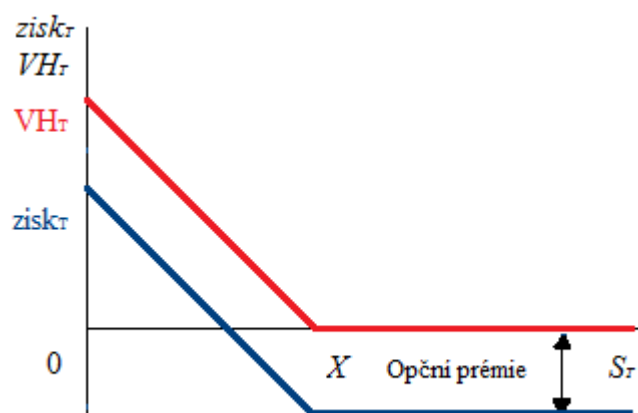
Obr. 2.3 Vnitřní hodnota a zisk short pozice v call opci



Zdroj: Dvořák (2010, str. 196)

Držitel prodejní opce nacházející se v pozici long put má právo na prodej podkladového aktiva, za které platí opční prémii. Velikost opční prémie určuje maximální ztrátu, kterou může kupující dosáhnout při růstu ceny podkladového aktiva. Naopak pokles ceny bazického aktiva je výhodný pro kupujícího opce, jelikož se se snižující cenou zvyšuje zisk. Ziskový potenciál je omezen možností poklesu ceny podkladového aktiva na nulovou hodnotu.

Obr. 2.4 Vnitřní hodnota a zisk v pozici long put



Zdroj: Dubofsky a Miller (2003, str. 16)

Vnitřní hodnota pro dlouhou pozici v prodejní opci má tvar:

$$VH = \max(X - S_T, 0), \quad (2.11)$$

a zisková funkce je definována vztahem:

$$\text{zisková funkce} = \min(S_T - X - p, -p). \quad (2.12)$$

Zrcadlovou pozicí k long put je pozice short put. V případě, že je právo na realizaci obchodu majitelem opce využito, je upisovatel opce povinen odkoupit podkladové aktivum. Maximální zisk, kterého může majitel opce z pozice dosáhnout je ohraničen velikostí opční prémie. Potencionální ztráta prodávajícího je závislá na ceně podkladového aktiva a je prakticky neomezená.

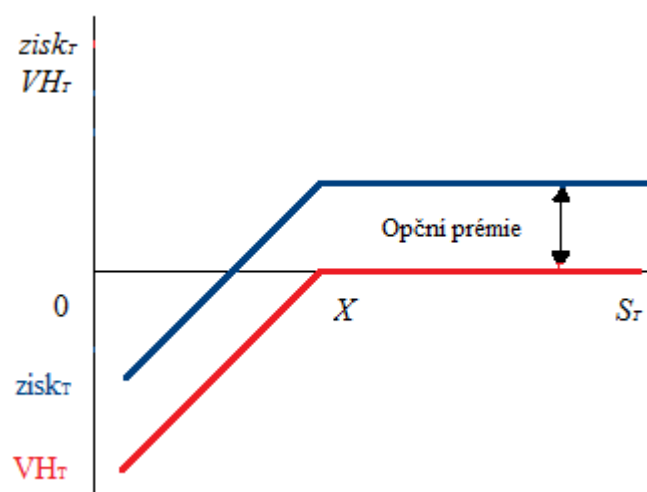
U short put pozice je vnitřní hodnota opce dána tvarem:

$$VH = \min(S_T - X, 0), \quad (2.13)$$

a zisková funkce je charakterizována následovně:

$$\text{zisková funkce} = \min(S_T - X + p, +p). \quad (2.14)$$

Obr. 2.5 Vnitřní hodnota a zisk short pozice v put opci



Zdroj: Dvořák (2010, str. 198)

Opce je možno dále dělit dle závislosti výplatní funkce do následujících skupin:

- path dependent opce, jejichž výplata závisí na minulém vývoji ceny určitého podkladového aktiva,
- binární opce, u které je výplatní funkce nulová nebo předem určená částka,
- limitní opce, jejichž výplata je omezena shora (cap opce) nebo zdola (floor opce),
- digitální opce s výplatní funkcí danou přesně stanovenou hodnotou,
- podmíněné opce, které závisí na určitých podmínkách (např. knock out opce, u které je sledována cena podkladového aktiva, pokud podkladové aktivum překročí předem stanovený limit, je možno opci využít. Knock in opce má stanovené pásmo a pokud se v něm ceny podkladového aktiva pohybují, je možno opci využít).

Podle počtu podkladových aktiv lze opce dělit na:

- jednofaktorové opce, které mají jedno podkladové aktivum,
- dvoufaktorové opce složené ze dvou podkladových opcí (např. dva forwardy s různou dobou splatnosti),
- vícefaktorové, které mají více náhodných aktiv (např. basket nebo packals opce, mantle opce)

Dle rozhodovacího procesu lze opce rozdělit na:

- binární opce, u kterých je možnost dvou voleb – buď bude opce využita, nebo nikoliv,
- výběrové opce (chooser opce), u kterých je vybíráno z více možností,
- přepínací opce, u kterých je možno vybírat mezi velkým množstvím variant,
- výměnné opce, u nichž je možnost výměny aktiv, které budou oceňována.

Dělení opcí dle typu náhodného procesu:

- Brownovy procesy,
- Lévyho procesy,
- mean reversion procesy,
- jump diffusion procesy,
- kombinace všech procesů.

2.5 Simulace náhodného vývoje ceny finančních aktiv

Pokud je možno vývoj proměnné s jistotou určit, jedná se o bezrizikové aktivum, které je možno popsat deterministickým procesem. K vypočtení deterministického vývoje jsou využívány diferenční rovnice, ve kterých je pracováno se známými údaji.

Finanční aktiva, která se vyznačují náhodným vývojem v čase, je možno popsat stochastickým procesem. Náhodný proces je dynamický proces skládající se ze dvou složek, kterými jsou trend a náhodná odchylka (též reziduum). Trend je tzv. deterministickou složkou, vyjádřenou jako střední hodnota aktiva a reziduální odchylka je složkou stochastickou s náhodným vývojem. Náhodný vývoj finančního aktiva je obecně definován dle následující diferenciální rovnice:

$$dx = trend + reiduum, \quad (2.15)$$

kde dx vyjadřuje změnu náhodné veličiny.

Stochastické procesy je možno dělit na diskrétní a spojité stochastické modely. O diskrétním stochastickém procesu lze hovořit tehdy, když se hodnota proměnné (cena aktiva) mění pouze v daných časových okamžicích, $t \in \{0,1,2,\dots\}$. V diskrétních modelech jsou vyhodnocovány situace v přesně stanovených stejně dlouhých intervalech.

Pokud ke změnám hodnoty proměnné dochází v nekonečně malých intervalech, $t \in \langle 0, \infty \rangle$, jedná se o spojitý proces. Spojitý stochastický proces je v praxi často využíván, je východiskem pro oceňování opcí a jiných složitějších derivátů.

2.5.1 Wienerův proces

Wienerův proces patří mezi základní stochastické procesy popisující vývoj ceny finančního aktiva. Jedná se o proces s nulovým trendem, je tedy složen pouze z jedné náhodné

složky. Tento proces vychází z Markova procesu, což znamená, že budoucí hodnota procesu závisí na současné hodnotě, nikoli na minulém vývoji. Predikované ceny finančního aktiva tedy nejsou ovlivněny cenou historickou, ale pouze aktuální cenou. Dále je zde předpoklad nezávislosti změny cen v čase, stacionarity přírůstků, normovaného normálního rozdělení $N(0,1)$ střední hodnoty a rozptylu. Dále je založen na předpokladu, že tento proces je spojitou funkcí a vychází z nuly.

Wienerův proces je charakterizován jako:

$$dz = \tilde{z} \cdot \sqrt{dt}, \quad (2.16)$$

kde dz je změna procesu během nekonečně malého časového intervalu dt , \tilde{z} je označení pro náhodnou proměnnou z normovaného normálního rozdělení $N[0,1]$

Za předpokladu, že je střední hodnota náhodné veličiny rovna nule $E(dz) = 0$, rozptyl je charakterizován jako $\text{var}(dz) = t$, směrodatná odchylka $\sigma(dz) = \sqrt{t}$ a je předpokládán vývoj proměnné v čase T za několik intervalů, je Wienerův proces popsán následujícím vztahem:

$$dz \equiv \tilde{z}_T - z_0 = \sum_{t=1}^n \tilde{z}_t \cdot \sqrt{dt}. \quad (2.17)$$

Z předchozí definice lze následně vyvodit parametry Wienerova procesu:

- střední hodnota $E(\tilde{z}_T) = 0$,
- rozptyl $\text{var}(\tilde{z}_T) = n \cdot dt = T$,
- směrodatná odchylka $\sigma(\tilde{z}) = \sqrt{T}$.

2.5.2 Itôův proces

Itôův proces je dalším z obecných typů stochastických procesů, do něhož je zahrnut Wienerův a Brownův proces, který bude popsán později. Diferenciální rovnice Itôova procesu pro proměnnou x je definována vztahem:

$$dx = a(x,t) \cdot dt + b(x,t) \cdot dz, \quad (2.18)$$

kde parametr a je přírůstek veličiny, $a(x,t)$ je deterministická složka, parametr b je směrodatná odchylka a $b(x,t) \cdot dz$ popisuje náhodnou složku.

Pro stochastické procesy a čas $G = f(x,t)$ je definována Itôova lema, obdoba Taylorova rovoje, jejíž tvar je vyjádřen jako:

$$dG = \left[\left(\frac{\partial G}{\partial x} \cdot a \right) + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} \cdot b^2 \right] \cdot dt + \frac{\partial G}{\partial x} \cdot b \cdot dz, \quad (2.19)$$

kde $G = f(x,t)$ je Itôův proces, přírůstek je popsán jako $\frac{\partial G}{\partial x} \cdot a + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} \cdot b^2 + \frac{\partial G}{\partial t}$ a rozptyl je vyjádřen jako $\left(\frac{\partial G}{\partial x} \right)^2 \cdot b$.

2.5.3 Brownův proces

V tomto procesu je již zakomponována trendová složka a náhodná složka (reziduální odchylka je popsána Wienerovým procesem. Náhoda odpovídá normovanému normálnímu rozdělení pravděpodobnosti. Brownův proces se dělí na aritmetický a geometrický proces.

Aritmetický Brownův proces (také zobecněný Wienerův) je zvláštním případem Itôova procesu, který má lineární trend a směrodatnou odchylku, která s časem roste. Konstantní střední hodnota výnosu a směrodatná odchylka se v čase nemění a nejsou závislé na ostatních proměnných. Přírůstek hodnoty je popsán pomocí tohoto procesu jako:

$$dx = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz, \quad (2.20)$$

kde dx je náhodná složka, $\alpha \cdot dt$ označuje trendovou složku, dt znamená interval začínající v nule a rovná se $T-0$, $\sigma \cdot dz$ je popisem reziduální odchylky, dz vyjadřuje Wienerův proces, α je střední hodnota výnosu a σ je směrodatná odchylka.

Parametry Brownova aritmetického procesu jsou definovány jako:

- střední hodnota $E(dx) = \alpha \cdot dt$,
- rozptyl $\text{var}(dx) = \sigma^2 \cdot dt$,
- směrodatná odchylka $\sigma(dx) = \sigma \cdot \sqrt{dt}$.

Dle aritmetického Brownova procesu je vývoj ceny popsán následující rovnicí:

$$x_T = \alpha \cdot T + \sigma \cdot \sqrt{T} \cdot \tilde{z}, \quad (2.21)$$

a charakteristiky jsou pak odvozeny jako:

- střední hodnota $E(x_T) = \alpha \cdot T$,
- rozptyl $\text{var}(x_T) = \sigma^2 \cdot T$,
- směrodatná odchylka $\sigma(x_T) = \sigma \cdot \sqrt{T}$.

Geometrický Brownův proces charakterizuje exponenciální vývoj ceny, nikoli lineární. Tento typ Brownova procesu je v praxi využíván například při modelování cen akcií nebo kurzů, pro modelování a analytické řešení portfolií apod. V tomto procesu se cena vyvíjí lineárním trendem a je určen následovně:

$$dx = \alpha \cdot x \cdot dt + \sigma \cdot x \cdot dz, \quad (2.22)$$

zde α představuje průměrný výnos aktiva za rok, σ je směrodatná odchylka za rok a x je multiplikační faktor.

Parametry Brownova geometrického procesu pak jsou následující:

- střední hodnota $E(dx) = \alpha \cdot dt$,
- rozptyl $\text{var}(dx) = \sigma^2 \cdot dt$,
- směrodatná odchylka $\sigma(dx) = \sigma \cdot \sqrt{dt}$.

Vývoj ceny náhodné veličiny dle tohoto procesu je dán vztahem:

$$x_T = x_t \cdot e^{(\alpha \cdot T + \sqrt{T} \cdot \tilde{z})}. \quad (2.23)$$

Existují dva způsoby formulace geometrického Brownova procesu a to diskrétní verze neboli tzv. Eulerova transformace a spojitá verze čili geometrický Brownův proces s logaritmičnými cenami.

Při analytickém oceňování opcí je využíván geometrický Brownův proces s logaritmickými cenami, který je odvozen pomocí Itôovy lemy pro funkci $G = \ln x$ následovně:

$$dG = d \ln S = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz, \quad (2.24)$$

zde při vyjádření spojitého výnosu platí, že $\alpha = \mu - \frac{\sigma^2}{2}$, $\mu = \ln \frac{x_T}{x}$ a konstantní rozptyl je σ^2 .

V Brownově procesu s logaritmickými cenami jsou parametry popsány takto:

- střední hodnota $E(d \ln x) = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) \cdot T$,
- rozptyl $\text{var}(d \ln x) = \sigma^2 \cdot T$,
- směrodatná odchylka $\sigma(d \ln x) = \sigma \cdot \sqrt{T}$.

Poté je možno určit náhodný vývoj ceny aktiva dle tohoto procesu jako:

$$x_T = x_0 \cdot e^{(\alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz)}, \quad (2.25)$$

a parametry procesu pak jsou:

- střední hodnota $E(x_T) = x_0 \cdot e^{(\alpha \cdot T)}$,
- rozptyl $\text{var}(x_T) = x_0^2 \cdot e^{(2 \cdot \alpha \cdot T)} \cdot (e^{(\sigma^2 \cdot T)} - 1)$,
- směrodatná odchylka $\text{var}(x_T) = x_0^2 \cdot e^{(2 \cdot \alpha \cdot T)} \cdot (e^{(\sigma^2 \cdot T)} - 1)$.

2.6 Modely ocenění měnových opcí

Jsou rozlišovány tři základní skupiny metod oceňování opcí:

- analytické modely,
- numerické modely,
- simulační modely.

U analytických metod existuje pro zjednodušení reality vzorec pro ocenění opcí, který vychází ze spojitých procesů vývoje cen aktiva. Nejznámější metodou této skupiny je Black-Scholesův model (dále BS model) oceňování opcí.

Numerické modely jsou založeny na aproximaci skutečnosti rozdělením spojitého procesu do velkého množství diskrétních procesů. Do numerických modelů patří binomické neboli CRR modely, trinomické a multinomické modely.

Podstatou simulačních modelů je generování velkého množství scénářů výplatní funkce opce a vytvoření rozdělení pravděpodobnosti v době realizace výplatní funkce a následné určení ceny dané opce. Opce jsou oceňovány pomocí simulace Monte Carlo.

2.6.1 Black–Scholesův model

Black–Scholesův model byl vyvinut v 70. letech 20. století, dnes je jedním z nejvíce využívaných, explicitních řešení pro zajišťování a replikaci opcí. Model je založen na několika následujících předpokladech.

V modelu existuje možnost krátkého prodeje s plným využitím výtěžku. Vychází se ze spojitého času, kdy je vývoj cen aktiv popisován spojitým způsobem pomocí stochastických rovnic. Předpokládá se existence dokonalého trhu bez možnosti dosažení arbitrážního zisku, není zde problém s likvidou a transakční náklady a daně jsou zanedbatelné. Ceny podkladových aktiv se vyvíjí dle geometrického Brownova pohybu a odpovídají logaritmicko – normálnímu rozdělení. Ceny opcí jsou nezávislé na očekávaných výnosech. Dalším předpokladem je konstantní bezriziková sazba pro všechny doby splatnosti a konstantní volatilita podkladového aktiva. Podmínkou modelu je i konstantní bezriziková sazba pro všechny doby splatnosti a konstantní volatilita podkladového aktiva v čase. Dalším předpokladem v Black–Scholesově modelu je neexistence dividendového příjmu po celou dobu životnosti derivátu.

Pro stanovení ceny call a put opce je využita strategie s již zmíněnými předpoklady a je vytvořeno takové portfolio, aby byl jeho výnos bezrizikový. Hedgingové portfolio je možno vyjádřit dle vztahu:

$$\Pi_t = f_t - h \cdot S_t, \quad (2.26)$$

kde Π_t představuje hedgingové portfolio, f_t je hodnota derivátu v čase ocenění, h je tzv. hedgingový koeficient, který lze vyjádřit jako $h = \frac{\partial f(t, S_t)}{\partial S_t}$. S_t je cena podkladového (bazického) aktiva.

Přírůstek hedgingového portfolia s bezrizikovým výnosem lze popsat jako:

$$\Delta\Pi = \Pi_t \cdot r \cdot \Delta t. \quad (2.27)$$

Black-Scholesovu parciální rovnici lze získat úpravou Itôovy lemy pro přírůstek hodnoty finančního derivátu, který je funkcí podkladového aktiva a času a dosazením do rovnice pro výpočet hedgingového portfolia. Řešení této parciální rovnice je nekonečně mnoho, pro cenu konkrétní opce je tedy nutné stanovit odpovídající výplatní funkci dané opce. Obecná parciální rovnice má následující tvar:

$$\frac{\partial f(t, S_t)}{\partial t} + r \cdot S_t \cdot \frac{\partial f(t, S_t)}{\partial S} + \frac{1}{2} \cdot \sigma^2 \cdot S_t^2 \cdot \frac{\partial^2 f(t, S_t)}{\partial S_t^2} - r \cdot f_t = 0. \quad (2.28)$$

K určení hodnoty měnové opce je využíván model dle Garmana a Kohlhagena (dále GK model), což je rozšířená verze BS modelu pro měnové kurzy.

Cena evropské plain vanilla call opce je pak určena dle vztahu:

$$c = S_0 \cdot e^{-r_f \cdot \Delta t} \cdot N(d_1) - X \cdot e^{-r_d \cdot \Delta t} \cdot N(d_2). \quad (2.29)$$

Cena evropské plain vanilla put opce je vypočtena jako:

$$p = X \cdot e^{-r_d \cdot \Delta t} \cdot N(-d_2) - S_0 \cdot e^{-r_f \cdot \Delta t} \cdot N(-d_1), \quad (2.30)$$

kde c je hodnota plain vanilla call opce na měnu, p je hodnota plain vanilla put opce na měnu, S_0 je aktuální měnový kurz, X je realizační cena opce, t značí dobu do splatnosti opce, r_f představuje zahraniční bezrizikovou sazbu, r_d je označení pro domácí bezrizikovou sazbu a N je kumulativní distribuční funkce normovaného normálního rozdělení, přičemž d_1 a d_2 lze zjistit z následujících vztahů:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r_d - r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot \Delta t}{\sigma \cdot \sqrt{\Delta t}}, \quad (2.31)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{\Delta t}. \quad (2.32)$$

2.6.2 Binomický model oceňování

Binomický model je tzv. diskretní zjednodušení BS modelu, který lze využít na rozdíl od BS modelu i u amerických opcí se složitou výplatní funkcí a s možností dřívějšího uplatnění. Podmínkou tohoto modelu je nemožnost arbitráže a princip oceňování opcí spočívá v aproximaci náhodného procesu binomickým stromem, tedy že hodnota podkladového aktiva může na konci období růst nebo klesnout. Pro stanovení ceny opce jsou rozlišovány dva přístupy, kterými jsou replikační a hedgingové strategie.

Při oceňování evropských opcí použitím replikační strategie je vytvořeno portfolio skládající se z podkladového aktiva a bezrizikového aktiva tak, aby se hodnota portfolia rovnala hodnotě derivátu. Je tedy požadováno, aby se toto vytvořené portfolio chovalo stejně jako opce. Cena evropské opce dle této strategie je stanovena jako:

$$C_t = (1+r)^{-\Delta t} \cdot C_{t+\Delta t}^u \cdot \underbrace{\left[\frac{S_t \cdot (1+r)^{\Delta t} - S_{t+\Delta t}^d}{S_{t+\Delta t}^u - S_{t+\Delta t}^d} \right]}_{p^u} + C_{t+\Delta t}^d \cdot \underbrace{\left[\frac{S_{t+\Delta t}^u - S_t \cdot (1+r)^{\Delta t}}{S_{t+\Delta t}^u - S_{t+\Delta t}^d} \right]}_{p^d}, \quad (2.33)$$

kde C vyjadřuje hodnotu finančního derivátu, r je bezriziková sazba, index u vyjadřuje růst a index d znamená pokles, $S_{t+\Delta t}^u$ pak vyjadřuje růst měnového kurzu a $S_{t+\Delta t}^d$ značí pokles měnového kurzu, p^u je rizikově neutrální pravděpodobnost růstu, p^d vyjadřuje rizikově neutrální pravděpodobnost poklesu a zároveň $p^u + p^d = 1$.

Jak už název naznačuje, hedgingová strategie vychází z principu hedgingu, tzn., že při oceňování evropské je vytvořeno portfolio skládající se z podkladového aktiva a opce tak, aby byl výnos aktiva bezrizikový. Proti náhodné změně ceny podkladového aktiva se zajišťuje tak, že hodnota hedgingového portfolia bude na konci období stejná, ať dojde k pohybu měnového kurzu dolů nebo nahoru. Cenu opce při růstu měnového kurzu lze formulovat jako:

$$C_t = h \cdot S_t - (h \cdot S_{t+\Delta t}^u - C_{t+\Delta t}^u) \cdot (1+r)^{-\Delta t}, \quad (2.34)$$

a cena opce při poklesu měnového kurzu je definována dle vztahu:

$$C_t = h \cdot S_t - (h \cdot S_{t+\Delta t}^d - C_{t+\Delta t}^d) \cdot (1+r)^{-\Delta t}, \quad (2.35)$$

zde h představuje hedgingový koeficient, který vyjadřuje množství podkladových aktiv, aby bylo portfolio zajištěné, a lze jej zapsat jako změnu podkladového opce při změně podkladového aktiva následně:

$$h = \frac{C_{t+\Delta t}^u - C_{t+\Delta t}^d}{S_{t+\Delta t}^u - S_{t+\Delta t}^d} = \frac{\Delta C}{\Delta S}. \quad (2.36)$$

2.6.3 Simulace Monte Carlo

Simulace Monte Carlo je flexibilní numerický nástroj k oceňování finančních derivátů. Oceňování derivátů metodou Monte Carlo spočívá v generování mnoha scénářů vývoje podkladového aktiva, z nichž jsou vypočteny hodnoty potřebné k určení výplaty opce v době zralosti. Výchozí hodnota opce je určena diskontováním bezrizikovou sazbou pro jednotlivé scénáře. Mezi základní metody Monte Carlo patří metoda protikladných proměnných (Antithetic Variates Method, AVM), metoda stratifikace (Stratified Sampling, SS), metoda LHS (Latin Hypercube Sampling), metoda BSMC (Bridge Sampled Monte Carlo) a přímá simulace Monte Carlo (PMC), která bude dále popsána.

Při stanovení hodnoty derivátu, je nutno provádět přímou simulaci Monte Carlo v neutrálním prostředí, kdy se hodnota finančního derivátu rovná současné hodnotě očekávané výplaty při rizikově neutrálních pravděpodobnostech. Výplatu opce při aplikaci přímé simulace Monte Carlo lze zapsat jako:

$$C_t = e^{-r \cdot \tau} \cdot \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N VH(S_T^n), \quad (2.37)$$

zároveň S_T^n je definováno jako:

$$S_T^n = S_t \cdot e^{\Delta S \tau} = S_t \cdot e^{\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right) \tau + \sigma \cdot \sqrt{t} \cdot \varepsilon^n}, \quad (2.38)$$

kde S_T^n je hodnota podkladového aktiva (měny) v době zralosti T , n vyjadřuje jednotlivé scénáře, VH označuje vnitřní hodnotu vypočtenou pro každý scénář, S_t značí výchozí cenu podkladového aktiva, r je střední hodnota spojitých výnosů kurzu (je možno dosadit nulu nebo rozdíl sazeb domácí a zahraniční bezrizikové sazby), σ vyjadřuje směrodatnou odchylku výnosů rizikového aktiva S , τ popisuje dobu do splatnosti ($\tau = T - t$) a ε značí náhodný prvek z normovaného normálního rozdělení $N[0,1]$.

3 Metody zajištění měnového rizika

V této kapitole bude popsáno měnové riziko, metody a důvody zajištění měnových rizik, ocenění měnových derivátů a především hedgingové strategie, které budou použity v praktické části. Tato kapitola vychází především z literatury Hull (2009), Dvořák (2010), Stulz (2003), Dubofsky a Miller (2003) a Ambrož (2002).

Hedging neboli eliminace systémových finančních rizik spočívá v konstrukci hedgingového portfolia, které je tvořeno tak, že k původnímu aktivu či portfoliu aktiv jsou přidána další aktiva tak, aby výnos z nového portfolia byl co nejvíce odolný vůči změnám jednotlivých složek.

3.1 Měnové riziko

Měnové riziko je reálně ve všech případech mezinárodních hospodářských vztahů a plyne z proměnlivého vývoje kurzů jednotlivých měn. Měnové riziko lze definovat v širším či užším pojetí. Rizikem v užším pojetí se rozumí riziko vyplývající z pohybu měnových kurzů, které jsou významné pro danou společnost. Jedná se o tzv. primární devizová rizika. Širší pojetí měnového rizika zohledňuje kromě primárního rizika také riziko země dlužníka a riziko transakční cesty. Těmto rizikům je možno předejít stanovením platebních podmínek a platební cesty.

Každý účastník mezinárodního obchodu je ohrožen rizikem změny kuru v době kontraktu, které vzniká vývojem nabídky a poptávky a úrokovým rizikem, způsobeným pohybem zahraniční úrokové míry v případě úvěrového kontraktu.

3.1.1 Devizová pozice

Devizovou pozicí je označován vztah mezi devizovými pohledávkami a devizovými závazky firmy v jednotlivých měnách k určitému časovému okamžiku. Devizovou pozici je možno dělit z hlediska pravděpodobnosti vzniku na dvě základní pozice:

- otevřená devizová pozice,
- uzavřená devizová pozice.

V případě otevřené devizové pozice není rozdíl mezi jednotlivými devizovými pohledávkami a závazky roven nule. V tomto případě, tedy v situaci, kdy se vzájemný zápočet

pohledávek a závazku nerovná nule, firma podstupuje devizové riziko. Otevřenou devizovou pozici lze dále členit na dlouhou a krátkou devizovou pozici. O dlouhou pozici firmy se jedná v případě, kdy má společnost ve své evidenci přebytek pohledávek v dané měně ke konkrétnímu časovému okamžiku. Naopak krátká devizová pozice znamená pro firmu to, že má k dané době splatnosti více závazků v příslušné cizí měně než pohledávky v této měně. V případě dlouhé devizové pozice dodavatel více inkasuje, než vydává a zaměřuje se zejména na export zboží a služeb. Dojde-li ke zhodnocení domácí měny, firma zaznamená kurzovou ztrátu. Pokud dojde ke znehodnocení domácí měny, je pro firmu výsledkem kurzový zisk. V případě krátké devizové pozice se jedná především o importéry. Pokud dojde ke zhodnocení domácí měny, je výsledkem kurzový zisk. Pokud je domácí měna znehodnocena, společnost utrhne měnovou ztrátu.

Uzavřená devizová pozice je případ, kdy rozdílový vztah mezi devizovými pohledávkami a devizovými závazky je k danému okamžiku roven nule. Pokud je nulový výsledek vzájemného zápočtu pohledávek a závazků v daných měnách, společnost nepodstupuje žádné devizové riziko.

3.1.2 Měnová expozice

Měnová neboli devizová expozice slouží ke zjištění které položky a v jakém objemu jsou vystaveny měnovému riziku. Měnová expozice představuje citlivost hodnoty aktiv, pasiv a peněžních toků podniku v domácí měně ve vztahu ke změně kurzu. Protože změna devizového kurzu může značně ovlivnit hodnotu aktiv, pasiv nebo cash flow, je hlavním cílem řízení měnového rizika a měnové expozice snížit volatilitu míry zisku v čase. Dle Durčáková (2010) lze vztahovat devizovou expozici k nominálním i k reálným hodnotám a může být vázána na stavové i tokové veličiny. Může být analyzována na brutto základě pro jednotlivá aktiva a pasiva, nebo na netto základě, tedy pro rozdíl aktiv a pasiv. Měnovou expozici lze měřit jako citlivost hodnot vyjádřených v domácí měně na skutečné i na očekávané a neočekávané změny měnových kurzů. Devizová expozice je obecně rozlišována na transakční, ekonomickou a účetní neboli translační devizovou pozici.

Transakční měnová expozice měří citlivost budoucích devizových transakcí vedené v domácí měně na změny devizového kurzu. Transakce mohou být typu prodej, nákup zboží v zahraničí. Pokud se v době mezi vznikem a splacením kontraktu změní devizový kurz, podnik může oproti původnímu předpokladu utrpět kursovou ztrátu nebo dosáhnout kursového zisku. Ztráta nebo zisk z transakce je určena až s budoucím inkasem nebo

s úhradou devizové pohledávky či závazku. Velikost transakční devizové expozice má vliv na rozhodování o budoucích devizových transakcích. Transakční devizová expozice je propojena s otevřenou devizovou pozicí. Devizová pozice je stavová bilanční suma vyjádřená v zahraniční měně, transakční devizová expozice zobrazuje hodnotu budoucích devizových toků v domácí měně. Cílem transakční expozice je určení částky v cizí měně, která by měla být zajištěna. Tato výchozí částka může být nižší nebo vyšší než počáteční hodnota devizových aktiv nebo pasiv.

Ekonomická expozice představuje citlivost celkového budoucího cash flow firmy vyjádřeného v domácí měně na změny devizového kurzu. Je možno ji chápat jako působení vývoje měnového kurzu na podnikatelské záměry. Změnou kurzu může být významně ovlivněn odbyt vývozců a dovozců. Například pro exportéry může apreciaace domácí měny způsobit neschopnost cenové konkurence v zemi odbytu a depreciace měny způsobí, že na zahraničním trhu může vývozce dosáhnout lepších výsledků, než byl jeho původní záměr. Obecně lze říci, že transakční devizová expozice je součástí ekonomické devizové expozice. Ekonomická expozice je rozšířena o peněžní toky z domácího trhu, které jsou citlivé na změny devizového kurzu kvůli jejich na přístupnost domácího trhu pro zahraniční subjekty a o příjmy ze zahraničí uskutečňované v domácí měně exportéra.

Translační devizová expozice vyjadřuje citlivost konsolidovaných finančních výkazů nadnárodních společností na pohyb devizových kurzů. Nadnárodní podniky mají aktiva, pasiva a peněžní toky denominované v cizích měnách a při převedení těchto hodnot na domácí měnu, dochází ke změnám v bilančních hodnotách aktiv a pasiv. Translační devizová expozice je tedy výsledkem nového ocenění aktiv a pasiv novým kurzem. Této devizové expozici je vystavena jak konsolidovaná účetní rozvaha, tak výsledek hospodaření nadnárodní společnosti.

3.2 Metody zajištění kurzového rizika

Zajištění měnového rizika může být provedeno externí nebo interní metodou.

Mezi techniky externí metody dále patří:

- měnové deriváty,
- služby peněžního trhu.

Interní metody jsou děleny následovně:

- netting,
- matching,
- leading,
- lagging,
- měnová diverzifikace,
- cenová politika,
- volba měny fakturace.

3.2.1 Interní metody

Interní metody jsou zaměřeny na určité finanční řídicí operace uvnitř podniku a jako takové jsou tedy spojeny s uzavíráním kontraktů na finančních trzích. Pomocí výše vyjmenovaných technik interní metody je snižována devizová expozice ve firmě.

Netting je technika vzájemného zápočtu pohledávek a závazků v různých měnách, vzniklých u dceřiných společností v zahraničí v rámci velkých, obvykle transnacionálních společností. Využití nettingu ušetří společnostem transakční náklady při konverzi měn apod. Netting je možno dále rozlišovat na bilaterální a multilaterální netting. Pokud si jakékoliv dvě firmy mezinárodní společnosti vzájemně započtou své pohledávky a závazky vznikající z nákupu nebo prodeje zboží a služeb, jedná se o bilaterální netting. Velikost devizové expozice je totožná se saldem vzájemného započtení. Multilaterální netting je rovněž dohoda mezi zúčastněnými stranami o vzájemném započtení pohledávek a závazků, rozdílem je zde zapojení zápočtového nebo vyrovnávacího centra.

Matching je rovněž spojen se vzájemným zápočtem příjmů a výdajů v zahraniční měně, akorát se nemusí provádět v rámci jedné mezinárodní společnosti, ale i ve vztahu k jiným podnikům. Opět je zde vyžadováno zapojení zápočtového či vyrovnávacího centra. Inkasa v dané zahraniční měně jsou použita k platbám v téže měně a tím zbývá jen výsledné saldo, které je potřeba zajistit pomocí nástrojů finančního trhu.

Leading a lagging jsou techniky, při jejichž použití dochází k časovému přizpůsobování plateb a inkas v zahraničí očekávanému vývoji devizového kurzu. Pokud firma předpokládá znehodnocení kurzu domácí měny a snaží se uhradit své závazky v cizí

měně před dobou splatnosti a dobou, kdy dojde k znehodnocení kurzu, jedná se o leading. Naopak lagging je situace, při níž je očekávána apreciacie domácí měny a snahou firmy je zpozdit úhrady do zahraničí.

Měnová diverzifikace je další metodou zajištění měnového rizika, při které jsou zajišťovány korelační koeficienty mezi jednotlivými měnami. Tato technika je založena na udržení stabilní hodnoty devizových aktiv a pasiv v domácí měně použitím zahraničních měn, které jsou opačně korelovány.

Cenová politika spočívá v možnosti provádění cenové změny v závislosti na očekávaném nebo skutečném vývoji devizového kurzu, pokud nejsou zároveň porušovány podmínky obchodní smlouvy. Proto jsou do smluv zakotveny tzv. měnové doložky, které upřesňují možnost změny ceny v souvislosti se změnou spotového kurzu v době trvání kontraktu.

V souvislosti s eliminací devizové expozice si společnosti volí svou fakturační měnu. Firmou je upřednostňována fakturace v domácí měně, případně v zahraniční měně charakteristickou svou vysokou stabilitou k domácí měně.

3.2.2 Externí metody

Do externích metod zajištění patří zajištění pomocí finančních derivátů a jejich možnými kombinacemi. Mezi základní typy hedgingových měnových derivátů patří forward a měnová opce. Kombinacemi opcí lze vytvářet různé opční strategie.

Mezi externí metody patří i uzavření devizové pozice s využitím služeb peněžního trhu. Smyslem této metody je spárování budoucích peněžních toků v cizích měnách. K otevřené devizové pozici vyplývající společnosti z její podnikatelské činnosti je otevřena nová pozice na peněžním trhu, která generuje protisměrné finanční toky v dané cizí měně s totožnou dobou splatnosti a se stejnou nominální výší. Příkladem může být přijetí úvěru v cizí měně.

3.2.3 Parametry hedgingových metod

Hedgingové metody lze mezi sebou porovnávat podle různých charakteristik. Metody zajištění jsou srovnávány pomocí:

- střední hodnoty

$$E(R_i) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N R_i, \quad (3.1)$$

- rozptylu

$$\text{var}(R_i) = \sum_{i=1}^N [R_i - E(R_i)]^2, \quad (3.2)$$

- směrodatné odchylky

$$\sigma(R_i) = \sqrt{\text{var}(R_i)}, \quad (3.3)$$

kde $E(R_i)$ označuje střední hodnotu, $\text{var}(R_i)$ je rozptyl, $\sigma(R_i)$ popisuje směrodatnou odchylku, N je počet hodnota v časové řadě, R_i vyjadřuje spojitě výnosy kurzu, které lze popsat následujícím vztahem:

$$R_i = \ln \frac{S_{t+1}}{S_t}, \quad (3.4)$$

kde S_t je určitý kurz v čase t a S_{t+1} je daný kurz v čase $t + 1$.

3.3 Vybrané metody zajištění měnové rizika

V této kapitole budou popsány vybrané možnosti zajištění měnového rizika pro případ dlouhé devizové pozice, které budou podkladem pro praktickou část diplomové práce.

3.3.1 Oceňování měnových derivátů

Při oceňování finančních derivátů jsou využívány základní principy. Tedy rovnovážný přístup, princip nemožnosti arbitráže a rizikový přístup. Modely pro ocenění finančních derivátů vychází z předpokladu dokonalého trhu, chybějící hrozby úpadku, nenasyčených tržních subjektů a z racionálního chování příjemců cen.

Ocenění finančních derivátů bude v této práci založeno na principu nemožnosti arbitráže, tzn., že všechna arbitrážní portfolia dosahují stejného bezrizikového výnosu. Tento princip je využíván u finančních derivátů, u nichž je známá cena podkladového aktiva. Při aplikaci principu nemožnosti arbitráže, má hodnota bezrizikového portfolia v době zralosti při spojitěm úročení následující tvar:

$$\Pi_T = \Pi_t \cdot e^{r \cdot \Delta t}, \quad (3.5)$$

zde Π_T značí hodnotu portfolia v čase T (doba zralosti), hodnota portfolia v době ocenění je pod indexem Π_t a $e^{r \cdot \Delta t}$ je úročitel, kde r je bezriziková sazba, zároveň $\Delta t = T - t$.

3.3.2 Měnový forward

Měnový forward je využíván k fixaci budoucího měnového kurzu sloužící k ochraně před změnami jeho hodnoty mezi dobou sjednání obchodního kontraktu a jeho splatností. Měnový forward lze definovat jako transakci, při které dochází v určitém čase v budoucnu k výměně stanovené částky v jedné měně za částku v měně jiné. Při uzavření kontraktu je dopředu dohodnut měnový neboli forwardový kurz. Forwardový kurz se většinou liší od spotového kurzu. Tato difference mezi kurzy je dána úrokovým diferenciálem, což je rozdíl úrokových sazeb pro domácí a zahraniční měnu kontraktu. Pokud je rozdíl mezi mírami pozitivní, je hodnota forwardu vůči spotovému kurzu počítána jako prémie, v opačném případě se jedná o diskont. Hodnota měnového forwardu závisí na spotovém kurzu a úrokovém diferenciálu. Postup při ocenění měnového forwardu pro po krátkou pozici je popsán v Tab. 3.1.

Tab. 3.1 Ocenění měnového forwardu

	Výdaje (t)		Příjmy (T)	
	EUR	CZK	EUR	CZK
Prodej cizí měny na krátko	$Q \cdot e^{-r_f}$	$S_t \cdot Q \cdot e^{-r_f}$	Q	$S_t \cdot Q$
Zápůjčka	$-Q \cdot e^{r_f}$	$-S_t \cdot Q \cdot e^{-r_f}$	$-Q \cdot e^{(r_d - r_f) \cdot \Delta t}$	$-S_t \cdot Q \cdot e^{(r_d - r_f) \cdot \Delta t}$
Krátká pozice ve forwardu		$-f_{t,T} \cdot Q$		$VH = (X - S_T) \cdot Q$
Celkem		$\Pi_t = -f_{t,T} \cdot Q$		$\Pi_T = (X - S_t \cdot e^{(r_d - r_f) \cdot \Delta t}) \cdot Q$

Zdroj: Zmeškal (2005, str. 94)

Základním východiskem pro oceňování měnového forwardu je již zmiňovaná nemožnost arbitráže, kterou charakterizuje následující rovnice:

$$\Pi_T = \Pi_t \cdot e^{r_d \cdot \Delta t}, \quad (3.6)$$

kde $e^{r_d \cdot \Delta t}$ je spojitý úročitel zohledňující domácí bezrizikovou sazbu.

Po dosazení hodnoty portfolia do arbitrážní rovnice je odvozen následující vztah:

$$Q \cdot (X - S_t \cdot e^{(r_d - r_f) \cdot \Delta t}) = -f_{t,T} \cdot Q \cdot e^{r_d \cdot \Delta t}, \quad (3.7)$$

po úpravě toho vztahu je získána hodnota měnového forwardu pro krátkou pozici:

$$f_{t,T} = X \cdot e^{-r_d \cdot \Delta t} - S_t \cdot e^{-r_f \cdot \Delta t}. \quad (3.8)$$

Jelikož je forwardová cena v době uzavření kontraktu nulová, $f_{0,T} = 0$, je možno určit realizační cenu forwardu pro dlouhou i krátkou pozici jako:

$$X_T = S_t \cdot e^{(r_d - r_f) \Delta t}. \quad (3.9)$$

Pro dlouhou pozici platí obdobné ocenění, dlouhá pozice je převrácenou hodnotou krátké pozice. Hodnota forwardového kontraktu na měnu pro dlouhou pozici při respektování principu nemožnosti arbitráže lze zapsat následně:

$$f_{t,T} = S_t \cdot e^{-r_f \cdot \Delta t} - X \cdot e^{-r_d \cdot \Delta t}. \quad (3.10)$$

3.3.3 Ocenění plain vanilla put opce

Pro společnost nacházející se v dlouhé devizové pozici je měnová put opce zajímavou alternativou k měnovému forwardu. Nákup put opce na měnu dává společnosti právo prodat smlouvenou částku v zahraniční měně za realizační cenu k předem dohodnutému okamžiku v budoucnu. Za právo volby uplatnit či neuplatnit opci se platí opční prémie.

Pro ocenění měnové opce je použit již zmíněný GK model, tedy rozšířená verze BS modelu pro měnové kurzy.

Dle GK modlu je cena evropské plain vanilla call opce na měnu určena jako:

$$c = S_0 \cdot e^{-r_f \cdot \Delta t} \cdot N(d_1) - X \cdot e^{-r_d \cdot \Delta t} \cdot N(d_2) \quad (3.11)$$

a cena evropské plain vanilla put opce je vypočtena dle vztahu:

$$p = X \cdot e^{-r_d \cdot \Delta t} \cdot N(-d_2) - S_0 \cdot e^{-r_f \cdot \Delta t} \cdot N(-d_1), \quad (3.12)$$

přičemž

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r_d - r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot \Delta t}{\sigma \cdot \sqrt{\Delta t}}, \quad (3.13)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{\Delta t}. \quad (3.14)$$

3.3.4 Opční strategie

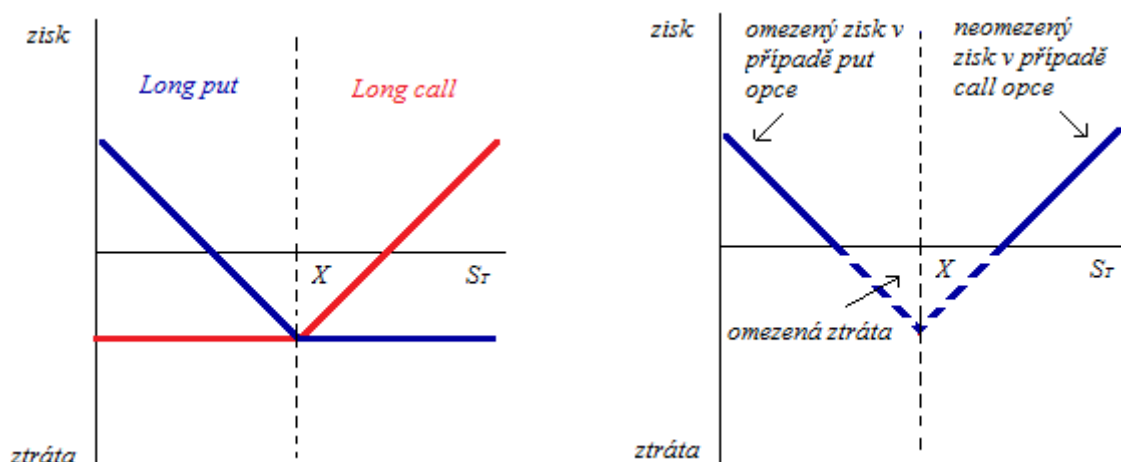
Opční strategie jsou složeny z kombinací základních pozic opčních derivátů, které lze různě vytvářet dle požadavků investora a očekávaného vývoje trhu. Opční strategie mohou být vytvořeny různými nákupy a prodeji call a put opcí. Podrobněji budou popsány opční strategie straddle, strangle, strip a strap.

Straddle

Straddle je strategií skládající se z dvou základních pozic call a put opce se stejným termínem splatnosti a stejnou realizační cenou. Použitím této strategie je sázeno na zvýšenou volatilitu podkladového aktiva. Tuto opční strategii lze rozlišit na long straddle a short straddle, přičemž bude dále podrobněji popsána strategie long straddle.

V případě varianty long straddle se jedná o kombinaci kupní call a kupní put opce se stejnými realizačními cenami. Rozhodnutí o využití call nebo put opce závisí na výši spotové ceny podkladového aktiva a na realizační ceně. Pokud je spotová cena bazického aktiva nižší než realizační cena, je put opce využita a call opce propadne. Jestliže je spotová cena podkladového aktiva vyšší než realizační cena, pak je naopak využita call opce a put opce nebude využita a propadne. Aby byla strategie úspěšná, musí zisk z dané využití opce převýšit náklady na obě opce. Ziskový potenciál této strategie je prakticky neomezený a ztráta je omezená výší prémie za long put a long call opci. Nejvyšší ztráta je zaznamenána, pokud cena podkladového aktiva zůstane na úrovni realizační ceny i v expiraci. Využití long straddle je založené především na očekávání významné volatility cen na trhu jakýmkoliv směrem. Ideální je otevření strategie při aktuální nízké volatilitě, kdy jsou opce výrazně levnější a náklady vynaložené na opční prémii jsou mnohem nižší. Nevýhodou je, že pokud je volatilita vysoká již při otevírání této strategie, jsou náklady na obě opce vysoké a šance na zisk je malá. V následujícím schématu jsou vyznačeny obě pozice, které tvoří strategii long straddle a následně je vyznačen samotný long straddle.

Obr. 3.1 Strategie long straddle



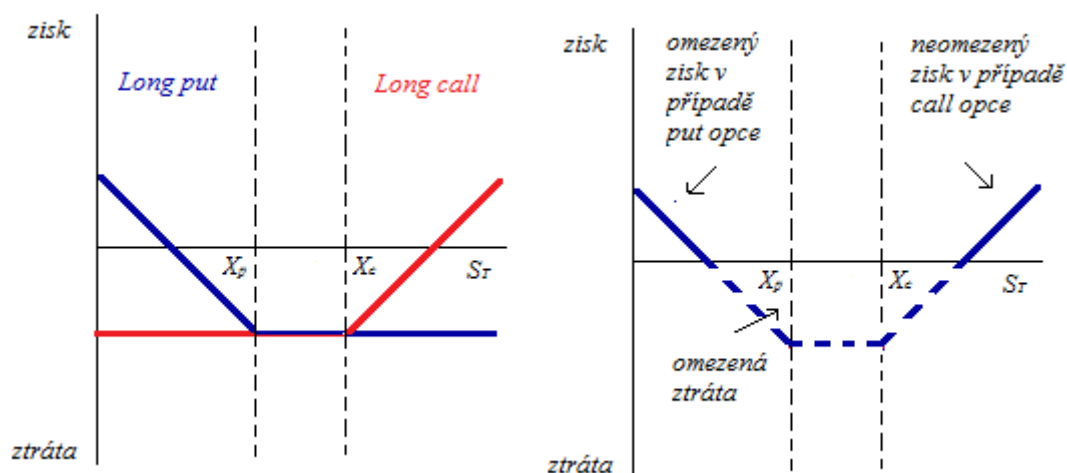
Zdroj: Dvořák (2010, str. 202)

Strangle

Strategie strangle je velice podobná strategii straddle, ale liší se využitím opcí s různými realizačními cenami. Strategii lze opět rozlišit na long strangle a short strangle. Dalším rozdílem je nevýhodný interval využití obou opcí. Zatímco u strategie straddle se jedná pouze o jeden bod, u strangle strategie se jedná o celý interval. Dále bude popsána strategie long strangle.

V případě long strangle je nakupována call a put opce za rozdílné realizační ceny, přičemž realizační cena u call opce je zvolena vyšší než u put opce. Nejčastěji jsou realizační ceny out of the money, zatímco v případě straddle většinou dochází k nákupu at the money opcí. Pozice je ztrátová, pokud spotový kurz bazického aktiva leží v daném intervalu. Když se pozice nachází mimo interval, je pozice zisková. Pokud ani jedna z opcí ve strategii nepřináší zisk, maximální ztráta se rovná velikosti zaplacené opční prémie za obě opce. V Obr. 3.2 je zobrazeno složení strategie strangle z long put opce a long call opce s různými realizačními cenami a následně výsledná strategie long strangle.

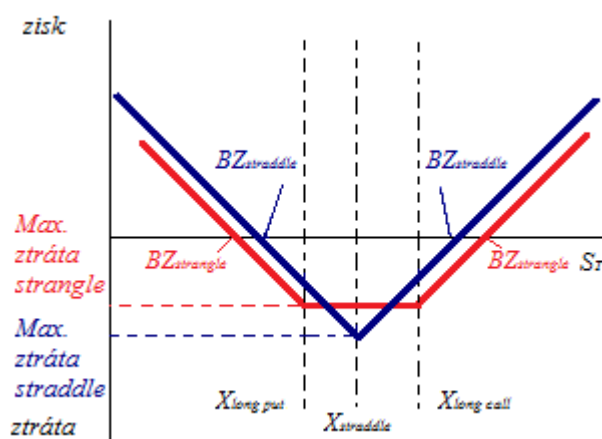
Obr. 3.2 Strategie long strangle



Zdroj: Dvořák (2010, str. 205)

Porovnáním strategií straddle a strangle je zobrazeno v Obr. 3.3.

Obr. 3.3 Srovnání strategií long straddle a long strangle



Zdroj: Dvořák (2010, str. 206)

Maximální ztráty z obou strategií jsou ve výši opční prémie a horní body zvratu lze vypočítat tak, že k realizační ceně nakoupené call opce je přičtena vynaložená prémie za nákup call i put opce. Dolní bod zvratu je pak analogicky získán odečtením vynaložené prémie na nákup obou opcí od realizační ceny. Z Obr. 3.3 vyplývá, že využitím strategie straddle jsou vynaloženy vyšší náklady v podobě opční prémie, ale na druhou stranu je dříve dosaženo bodu zvratu a tedy je pravděpodobné, že bude strategie zisková. Naopak nevýhodou strategie strangle je její menší nákladovost a v situaci, kdy je očekáván opravdu

výrazný nárůst nebo pokles ceny podkladového aktiva, je pravděpodobně lepší volbou než straddle.

Opční strategie strip a strap

Variace strategie straddle představují strategie strip a strap, které jsou založeny na koupi (prodeji) call a put opce se stejnými realizačními cenami, ale počet nakoupených call opcí se odlišuje od počtu nakoupených put opcí. Opět lze rozdělit strategie na long strip, long strap a short strip, short strap.

Long strip představuje strategii, kdy investor kupuje více put opcí. Investorem je tak předpokládán nárůst volatility a šance, že cena podkladového aktiva se sníží. V případě použití strategie long strap je nakupováno více call opcí než put opcí a investor by měl více těžit při růstu ceny. Nákladem těchto opčních strategií jsou ceny jednotlivých opcí.

3.3.5 Short range forward

Range forward je typ exotické opce, která kombinuje opačné pozice v call a put opci s různou realizační cenou, a zároveň obě pozice zní za stejné množství podkladového aktiva se shodným datem realizace. Range forward je možno rozlišovat na long range forward a short range forward. Long range forward je spojení dlouhé pozice v call opci s vyšší realizační cenou a krátké pozice v put opci s nižší realizační cenou. Kombinací krátké pozice v call opci s vyšší realizační cenou a zároveň dlouhé pozice v put opci s nižší realizační cenou, dojde k vytvoření short range forwardu.

Stanovením realizačních cen put opce a call opce, při níž jsou si hodnoty těchto opcí rovny, umožňuje sestavení range forwardu při nulových nákladech. Vnitřní hodnota je rovná ziskovým funkcím a pro short a long range forward je vyčíslena dle následujícího vztahu:

$$VH_{RF}^{short} = \max(X_1 - S_T, 0) + \min(X_2 - S_T, 0), \quad (3.15)$$

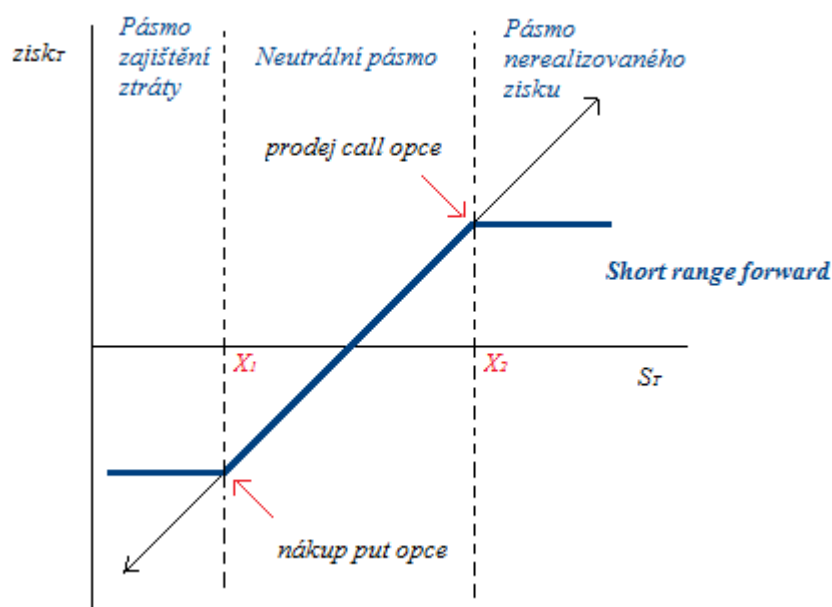
$$VH_{RF}^{long} = \min(S_T - X_1, 0) + \max(S_T - X_2, 0), \quad (3.16)$$

kde S_T značí cenu podkladového aktiva v době realizace, X_1 je realizační cena put opce, X_2 je realizační cena call opce.

V situaci, kdy je cena podkladového aktiva v době realizace menší než realizační cena put opce, tedy $S_T < X_1$, pak daný subjekt za účelem zisku využije právo a prodá podkladové

aktivum za cenu X_1 . V případě, kdy jde v době realizace cena podkladového aktiva větší než cena call opce, tedy $S_T > X_2$, subjekt je povinen prodat podkladové aktivum za cenu X_2 a z transakce ztrácí. Pokud se cena podkladového aktiva nachází mezi realizačními cenami X_1 a X_2 , není uplatněna ani jedna z opcí a podkladové aktivum je prodáno subjektem na spotovém trhu.

Obr. 3.3 Short range forward



Zdroj: Hull (2009, str. 320)

Strategie short range forward je použita v případě, kdy chce investor prodat podkladové aktivum a chce jej ochránit před nepříznivými pohyby kurzu. Výhodou short range forwardu je možnost profitovat z výraznějšího nepříznivého vývoje ceny, ale zároveň může být dosaženo významné ztráty, pokud se investorovo očekávání z budoucího vývoje ceny podkladového aktiva liší. Subjektem je požadováno zejména zajištění, nikoliv dosažení zisku, proto je voleno co nejširší rozpětí daných realizačních cen. V tomto pásmu není dosahováno ztráty ani zisku a subjekt není vystaven riziku.

Při ocenění je nutno zvolit realizační ceny tak, aby byla hodnota kontraktu při vzniku kontraktu nulová. Realizační cena put opce X_1 je vypočítána dle vztahu:

$$X_1 = \frac{S_0 - X}{\sqrt{\frac{1}{dt}}} - S_0, \quad (3.17)$$

kde X značí realizační cenu plain vanill opce.

Realizační cena call opce X_2 je tvořena tak, aby byla splněna podmínka rovnosti:

$$p(X_1) \cdot e^{r_d \cdot \tau} \cdot q_1 = c(X_2) \cdot e^{r_d \cdot \tau} \cdot q_2, \quad (3.18)$$

kde q_1 a q_2 označují množství put a call opcí při nulových počátečních nákladech na zajištění, přičemž $q_1 = q_2$.

Výplata z short range forwardu v době zralosti je chápána jako finanční tok z portfolia, tedy:

$$\Pi = F_{0,T} + p^{vanilla}(X_1) - c^{vanilla}(X_2), \quad (3.19)$$

z tohoto vzorce lze dále odvodit obecný vztah pro hodnotu range forwardu jako:

$$f_{t,T}^{RF} = S_t - e^{-r_d \cdot dt} \cdot F_{t,T} + p(X_1) - c(X_2), \quad (3.20)$$

kde je forwardová cena zastoupen vztahem $F_{t,T} = S_t \cdot e^{r_d \cdot dt}$.

Ze vztahů 3.21 a 3.23 je možno odvodit, že hodnota short range forwardu v okamžiku uzavření je rovna nule:

$$f_{0,T}^{RF} = 0. \quad (3.21)$$

3.3.6 Částečné zajištění

Hedging lze rovněž členit dle stupně zajištění na dokonalý hedging, superhedging, částečný hedging a nezajištění. Pro tyto strategie je nutno na trhu nalézt specifické deriváty, u kterých je často uplatňován postup zvaný replikace opce. Jelikož se většinou jedná o deriváty se složitými výplatními funkcemi, spočívá metoda replikace opcí ve vytvoření portfolia z několika běžně dostupných opcí s jednoduchými výplatními funkcemi, které budou ve výsledku naplňovat daná specifika derivátů.

U dokonalého zajištění je cílem nalézt portfolio H , které požadovaný derivát f dokonale replikuje. Hodnota tohoto portfolio by měla v době realizace T korespondovat hodnotě replikovaného derivátu s pravděpodobností α , která je rovna jedné. Podstatu dokonalého zajištění lze tedy vyjádřit následovně:

$$\Pr(H_T = f_T = \alpha, \text{ kde } \alpha = 1. \quad (3.22)$$

Za předpokladu nemožnosti arbitráže a existence dokonalého trhu platí také rovnost hodnoty portfolio a replikovaného derivátu na počátku, $H_0 = f_0$. Velikost vstupního kapitálu K odpovídá hodnotě replikačního portfolio na počátku, tedy $K = H_0$.

Superhedging spočívá v nalezení replikačního portfolio H , jehož hodnota v čase T , je vždy větší nebo rovna replikovanému derivátu f , tedy:

$$\Pr(H_T \geq f_T) = \alpha, \text{ kde } \alpha = 1. \quad (3.23)$$

Pro počáteční hodnoty portfolio a replikovaného derivátu platí vztah $H_0 \geq f_0$ a velikost vstupního kapitálu není nikdy menší než hodnota derivátu na počátku $K \geq f_0$, protože na dosažení minimálně stoprocentní úspěšnosti je zapotřebí vynaložit velké množství kapitálu.

Částečným zajištěním je chápán stav, ve kterém je zajištěna pouze část devizové pozice. Nezajištěná část je zcela vystavena riziku nepříznivého vývoje daného kurzu a zbylá část je zajištěna finančním derivátem. Důvodem k přistoupení subjektů k této strategii může být snaha o profitování z lepšího vývoje kurzu než je forwardový kurz, nebo u opce se může jednat o snížení počátečních nákladů. Jak již bylo řečeno, je u této strategie derivát f replikován pouze z části, jako určité procento. Úspěšnost této strategie je menší než jedna:

$$\Pr(H_T \geq f_T) = \alpha, \text{ kde } \alpha < 1 \quad (3.24)$$

a množství vloženého kapitálu je vždy menší než hodnota derivátu, $K < f_0$.

3.3.7 Pasivní strategie

V této situaci nejsou prováděny žádné kroky k zajištění měnové pozice, nelze tedy hovořit o hedgingu v pravém slova smyslu. Společnost se zvolením této strategie nachází v nekryté pozici a v případě nepříznivého vývoje devizového kurzu podnik utrhá ztrátu ze sjednaného obchodu. Ztráta je způsobena odlišností směnného kurzu od kurzu platného

v době sjednání obchodu. Pokud však dojde k příznivému vývoji aktuálního měnového kurzu, společnost z dohodnuté transakce profituje.

4 Aplikace vybraných metod měnového zajištění společnosti

V praktické části práce budou aplikovány teoretické poznatky z předchozích kapitol na datech vybrané výrobní společnosti. Z obchodní činnosti společnosti se zahraničními subjekty plyne měnového riziko, k jehož zajištění bude použito několik vybraných hedgingových strategií, které budou nakonec posuzovány dle vybraných kritérií.

V úvodu kapitoly bude obecně představena vybraná společnost, její předmět činnosti a devizová pozice. Následně bude naformulován řešený problém s krátkým popisem použitých hedgingových strategií. Pro zajištění měnového rizika budou nejdříve vypočteny z historické časové řady parametry nutné pro simulaci náhodného vývoje vybraného měnového páru pomocí metody Monte Carlo. Poté budou vybrané finanční deriváty oceněny a vypočteny efekty jednotlivých zajišťovacích strategií, které budou nakonec dle zvolených kritérií porovnány. Veškeré výpočty budou provedeny v softwarovém programu Mathematica.

4.1 Profil skupiny Moravia Steel a.s.

Obchodní jméno:	Moravia Steel a.s.
Právní forma:	akciová společnost
Den zápisu do obchodního rejstříku:	23. srpna 1995
Identifikační číslo:	634 74 808
Sídlo společnosti:	Průmyslová 1000, 739 70 Třinec – Staré Město

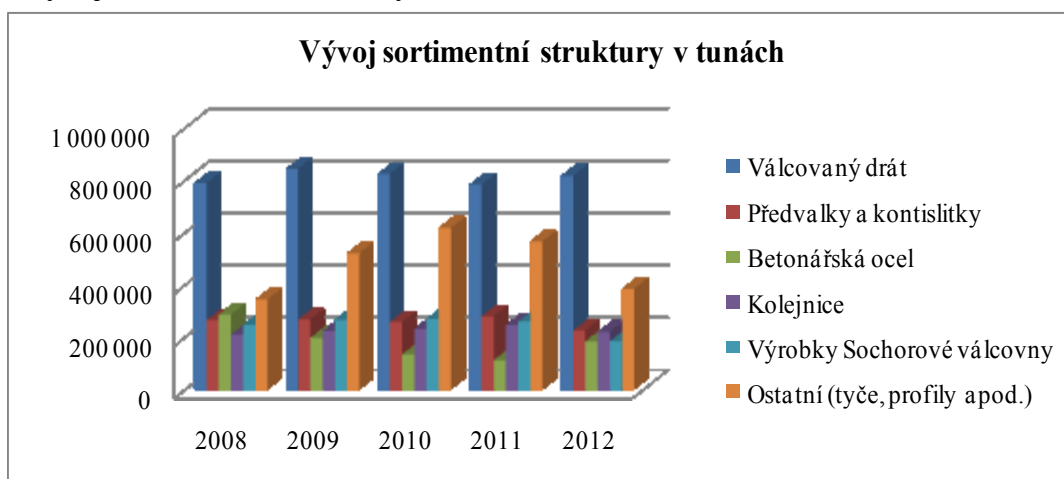
Společnost Moravia Steel byla založena 23. 8. 1995. Činnost firmy je zaměřena zejména na svou společnost Třinecké železářny a.s. a její dceřiné společnosti, které patří do této skupiny. Moravia Steel a.s. již víc než 10 let postupně upevňuje svoji pozici na trhu hutních výrobků, a to jak v České republice, tak i v zahraničí. Hlavní činnosti společnosti je zajišťování nákupu vstupních surovin pro Třinecké železářny a.s. a prodej jejich hutních výrobků. Dále zajišťuje přepravu související s nákupem a prodejem, a tímto poskytuje lepší servis pro zákazníky. Polovina této hutní produkce je realizována na domácím trhu pro spotřebitele převážně z hutní druhovýroby, strojírenského a automobilového průmyslu a také stavebnictví. Druhá polovina hutních výrobků je expedována do více než 50 zemí celého

světa, přičemž nejvýznamnější objemy exportu nacházejí dlouhodobě své uplatnění v sousedních zemích a to hlavně v Německu a na Slovensku. Jelikož se jedná o ryze obchodní firmu, která vlastní své obchodní afilace v celé Evropě, s jejichž pomocí realizuje prodej hutních výrobků, jejím prioritním zájmem je uspokojování zákazníků nabídkou kvalitního zboží, které odpovídá světovým standardům a zároveň splňuje i očekávané užité parametry.

Prodejní činnost

Společnost Třinecké železárny a.s. prodává své hutní výrobky společnosti Moravia Steel a.s., která je prodává k dalšímu zpracování a jedná se především o válcovaný drát, předvalky a kontislitky, betonářská ocel, kolejnice apod. Celý sortiment je zobrazen v následujícím obrázku.

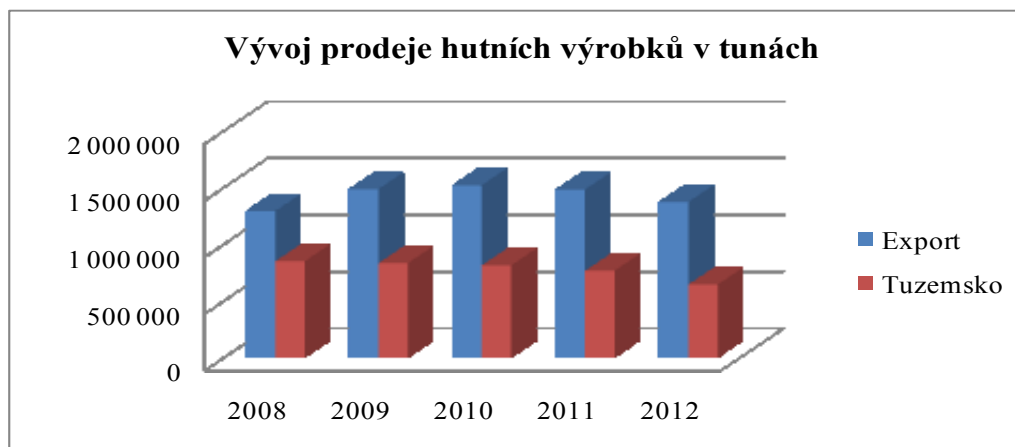
Obr. 4.1 Vývoj sortimentní struktury



Z obrázku je patrné, že hlavní artikl prodeje společnosti představuje válcovaný drát, což je plně v souladu se strategií společnosti, která spočívá v orientaci na výrobu výrobků s vyšším stupněm zpracování, proto je upřednostňována výroba válcovaného drátu pro výrobu šroubů, pružin, ložisek, speciální tyčové oceli apod.

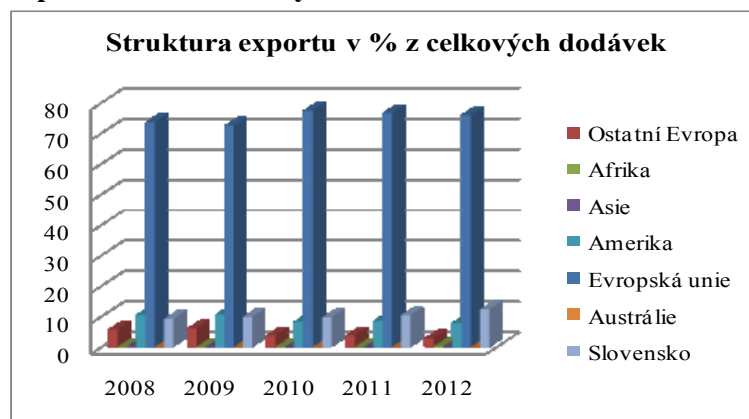
Pro účely této práce jsou podstatným aspektem následující údaje, které nám znázorňují poměr prodejů hutních výrobků na domácích a zahraničních trzích, jenž nám znázorňuje následující obrázek.

Obr. 4.2. Vývoj prodeje hutních výrobků v tunách



Z obrázku je zřejmé, že více než polovina celkového prodeje hutních výrobků je prodávána do zahraničí z čehož vyplývá, že společnost Moravia Steel a.s. je z větší části exportně založená. Obr. 4.3 znázorňuje strukturu exportu v procentech z celkových dodávek.

Obr. 4.3. Struktura exportu v % z celkových dodávek



Z výše uvedených údajů vyplývá, že společnost Moravia Steel je exportně založená společnost prodávající své výrobky z velké části do zemí Evropské unie což má za následek, že tržby za tyto prodeje jsou realizovány v měně EUR.

Devizová pozice společnosti

Jak bylo uvedeno výše, společnost Moravia Steel a.s. inkasuje jako exportér velkou část tržeb v měně EUR. Na straně druhé, v souladu se smlouvou o dodávkách surovin a materiálu mezi společnostmi Třinecké železárny a.s. a Moravia Steel a.s. a rámcovou kupní smlouvou mezi oběma společnostmi, jsou platby a vyrovnávání vzájemných závazků a pohledávek realizovány vždy v českých korunách. Z tohoto důvodu mají změny devizových

kurzů vliv na výši výnosů společnosti, protože více jak polovinu své produkce prodává na zahraničních trzích v cizích měnách. Protože je cena v této transakci smluvně sjednána dopředu na určité období, případné změny na devizových trzích ovlivňují pouze ziskovost společnosti Moravia Steel a.s. Z toho vyplývá, že veškeré měnové riziko skupiny Třinecké železárny a.s. – Moravia Steel a.s. nese společnost Moravia Steel a.s. Vzhledem k tomu, že společnost je vystavena hlavně měnovému riziku vyplývající z pohybu měnového páru CZK/EUR, bude provedena analýza devizové pozice tohoto měnového páru, která může mít v případě negativního vývoje nepříznivý dopad na společnost Moravia Steel a.s.

4.2 Charakteristika problému a vstupní údaje

Společnost Moravia Steel a.s. uzavřela dne 2. ledna 2014 jednoměsíční kontrakt na 7 000 000 EUR s německým odběratelem ThyssenKrupp AG. Společnost se nachází v dlouhé devizové pozici na spotovém trhu. Moravia Steel a.s. by se tedy měla zajistit proti posílení kurzu domácí měny. V případě nezajištění firmy, by se mohl efekt z posílení koruny vůči zahraničním měnám negativně promítnout do peněžních toků. Devizová pozice bude zajištěna po dobu jednoho měsíce, změna časového intervalu bude tede používána v hodnotě jedné dvanáctiny. Bude použita měsíční bezriziková sazba pro korunu, referenční sazba PRIBOR v hodnotě 0,29 % a pro dolar bude použita měsíční referenční sazba LIBOR EUR rovná 0,214 %. Bude počítáno s počátečním kurzem ke dni 2. ledna 2014, který je roven hodnotě 27,48 CZK/EUR.

Pro zajištění měnového rizika vyplývajícího z dlouhé devizové pozice budou využity následující strategie, které mohou být srovnány i se situací, kdy firma devizové riziko nezajišťuje vůbec nebo jen částečně.

U pasivní strategie dochází k situaci, kdy firma neprovádí žádné kroky nutné k eliminaci rizika z volatility měnového kurzu. Při nezajištění tedy společnost na konci měsíce smění obdrženy objem eur za aktuální kurz na spotovém trhu.

Při zajištění forwardem podnik zaujme krátkou pozici, kterou si zajistí na jeden měsíc pevný kurz, který po celou dobu nijak nemění. Společnost tak inkasuje jistou, předem sjednanou částku na konci měsíce a nemůže profitovat z případného příznivého vývoje měnového kurzu.

V případě put opce společnost nakoupí potřebné množství put opcí na jeden měsíc, ve kterém má právo tento derivát využít v závislosti na tržní situaci. Za právo volby využít put opci je podnik povinen zaplatit počáteční náklady v podobě opční prémie.

K zajištění devizového rizika společnosti budou využity i opční strategie long straddle, long strangle, long strip a long strap, které jsou kombinacemi základních opčních pozic. Podstatou těchto strategií je současný nákup call a put opcí se stejnými či různými realizačními cenami nebo v různých poměrech nakoupených call a put opcí, jejichž cílem je případný zisk z výrazného poklesu nebo růstu kurzu CZK/EUR.

Použitím strategie short range forward bude měnové riziko zajištěno derivátem složeným z put opce a call opce s nulovými počátečními náklady. Zajišťovaný subjekt zaujímá krátkou pozici v call opci a dlouhou pozici v put opci.

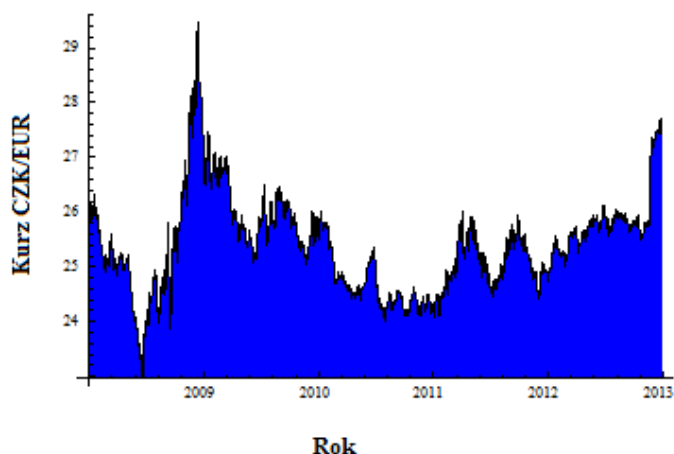
Částečným zajištěním bude kombinováno nezajištění s forwardem a nezajištění s put opcí v daných procentních podílech. Určitá výše devizové pozice tedy zůstane nezajištěná kvůli možnosti zisku z pozitivního vývoje daného měnového páru na trhu a druhá část devizové pozice bude naopak zajištěna pro případ nepříznivého vývoje kurzu.

Nakonec budou použité strategie vyhodnoceny dle vybraných kritérií, kterými jsou střední hodnota, směrodatná odchylka, nejlepší výsledek, nejhorší výsledek a medián. Dále budou hedgingové strategie budou porovnávány dle počátečních nákladů, postoje investora k riziku a dle rizika a výnosu z dané strategie.

4.3 Simulace měnového kurzu

Pro simulaci měnového kurzu CZK/EUR je nejdříve nutné zjištění historické časové řady denních kurzů daného měnového páru dostupné na internetových stránkách České národní banky. Vývoj měnového kurzu CZK/EUR v období od 2. ledna 2008 do 31. prosince 2013 je znázorněn v Obr. 4.4.

Obr. 4.4 Vývoj kurzu CZK/EUR v období 2008 – 2013



Dle vzorce (3.4) jsou z historické časové řady daného měnového páru vypočítány spojitě výnosy, na základě kterých jsou následně vyčísleny základní charakteristiky výnosu měnového kurzu CZK/EUR. Základní parametry jsou vypočítány dle vzorců (3.1), (3.2), (3.3) a jejich výsledné hodnoty jsou uvedeny v Tab. 4.1. Jelikož jsou vstupní data sledována v denních intervalech, je nutné převést tyto hodnoty na roční bázi vynásobením 250 dny, což je počet obchodních dní v roce. Směrodatná odchylka na roční bázi je vypočítána jako násobek odmocniny z počtu obchodních dní. Ve výpočtech jednotlivých hedgingových strategií je vycházeno z ročních charakteristik.

Tab. 4.1 Základní charakteristiky měnového kurzu

Veličina	
Střední hodnota	0,0066
Rozptyl	0,0059
Směrodatná odchylka	0,0769

4.3.1 Simulace Monte Carlo

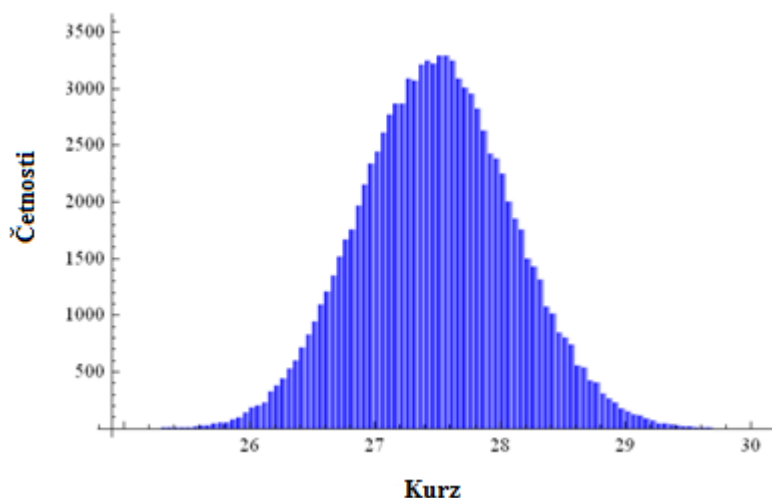
Základním předpokladem simulace Monte Carlo je vývoj devizového kurzu dle geometrického Brownova procesu s logaritmickými cenami. Pro generování náhodných čísel byla použita funkce RandomReal v programu Mathematica. Simulace je provedena dle vztahu (2.38) pro 10 000 náhodných scénářů, přičemž náhodná čísla jsou generována z normovaného normálního rozdělení $N[0,1]$

Vstupní parametry pro simulaci Monte Carlo jsou následující:

- počáteční kurz $S_0 = 27,48$ CZK/EUR,
- roční střední hodnota výnosu $E(R_t) = 0,00656$
- roční směrodatná odchylka $\sigma(R_t) = 0,0769$
- časový interval $\Delta t = \frac{1}{12}$,
- počet scénářů pro simulaci náhodných čísel $\varepsilon = 10^k, k = \langle 1, 2, \dots, 6 \rangle$.

Na Obr. 4.5 je zobrazen histogram nasimulovaných hodnot devizového kurzu CZK/EUR pro 10 000 scénářů.

Obr. 4.5 Pravděpodobnost rozdělení kurzu CZK/EUR



V histogramu je na ose x zobrazena pravděpodobnost výskytu hodnot kurzů daného měnového páru a na ose y je vyčíslena četnost vyskytovaných hodnot kurzů CZK/EUR dle odpovídajícího počtu scénářů.

Simulace Monte Carlo pro měnový pár CZK/EUR byla realizována v šesti situacích pro různý počet scénářů, pro $\varepsilon = 10^k$, $k = \langle 1, 2, \dots, 6 \rangle$ a výsledné charakteristiky nasimulovaných hodnot tohoto měnového kurzu jsou uvedeny v Tab. 4.2. Výsledné charakteristiky budou nakonec využity při porovnání dosažených efektů z využití jednotlivých derivátů.

Tab. 4.2 Parametry nasimulovaných cen měnového páru CZK/EUR

Charakteristiky	10^k scénářů, $k = \langle 1, 2, \dots, 6 \rangle$					
Minimum	26,986	26,2025	25,4329	25,1522	24,9334	24,72
Maximum	28,3824	29,3865	29,9454	30,041	30,1462	30,5182
Střední hodnota	27,6584	27,4391	27,485	27,4953	27,4955	27,4952
Směrodatná odchylka	0,5019	0,6488	0,6414	0,6161	0,6117	0,6112
Medián	27,7163	27,4512	27,4624	27,4944	27,4919	27,4887

Z Tab. 4.2 lze určit, že s určitou pravděpodobností by byl nejmenší kurz v hodnotě 24,72 CZK/EUR a největší by se rovnal ceně 30,52 CZK/EUR. Ostatní kurzy nasimulovaných cen kurzu se pohybují v rozmezí mezi nejmenší a největší hodnotou.

4.4 Pasivní strategie

Pasivní strategie podniku je opakem zajištění celkové částky devizové pozice a společnost nepoužívá žádné nástroje k zajištění měnového rizika. Na konci každého měsíce obchodního roku společnost prodá obdržená eura na spotovém trhu za aktuální kurz a je plně vystavena riziku volatility kurzu. Podnik je v nekryté pozici, a pokud je skutečný kurz v době realizace obchodu větší než kurz očekávaný, společnost realizuje zisk. V případě, že je skutečný kurz platný v době uskutečnění obchodu menší než očekávaný, společnost z realizace obchodu utrží kurzovou ztrátu. Nezajištěním společnost nemá žádné počáteční náklady.

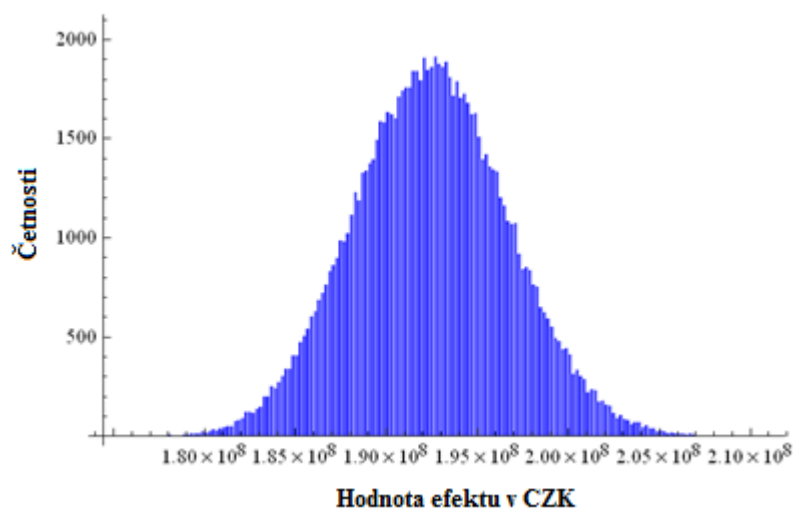
Výsledný efekt u pasivní strategie je dán jako množství inkasované měny vyjádřené v měně domácí a směna je provedena za aktuální platný kurz na spotovém trhu. Efekt z nezajištění měsíční devizové pozice v hodnotě 7 000 000 EUR je vypočítán dle následujícího vztahu:

$$\text{výsledný efekt} = Q \cdot S_T, \quad (4.1)$$

kde Q značí velikost devizové pozice a S_T je simulovaný vývoj kurzu CZK/EUR dle metody Monte Carlo, který se vyvíjí dle geometrického Brownova procesu pro různý počet scénářů $\varepsilon = 10^k, k = \langle 1, 2, \dots, 6 \rangle$.

V histogramu zachyceném v Obr. 4.6 je zachycen efekt z pasivní strategie pro 10 000 scénářů, z něhož je možno odvodit pravděpodobnost rozložení částek, které firma bude inkasovat ze zahraničí na konci ledna roku 2014. Částky jsou znázorněny v českých korunách.

Obr. 4.6 Efekt z pasivní strategie



V Tab. 4.3 jsou zachyceny základní charakteristiky v případě nezajištění měnového rizika pro $\varepsilon = 10^k$ scénářů, kde $k = \langle 1, 2, \dots, 6 \rangle$. Nejmenší částka, kterou firma inkasuje v případě nezajištění devizového rizika je $1,7293 \cdot 10^8$ CZK a maximální částka, kterou firma z obchodu obdrží je v hodnotě $2,1303 \cdot 10^8$ CZK.

Tab. 4.3 Parametry efektu z pasivní strategie v CZK

Charakteristiky	10^k scénářů, $k = \langle 1, 2, \dots, 6 \rangle$					
Minimum	$1,8724 \cdot 10^8$	$1,8388 \cdot 10^8$	$1,8014 \cdot 10^8$	$1,7807 \cdot 10^8$	$1,7449 \cdot 10^8$	$1,7293 \cdot 10^8$
Maximum	$2,0218 \cdot 10^8$	$2,0392 \cdot 10^8$	$2,0783 \cdot 10^8$	$2,0983 \cdot 10^8$	$2,1261 \cdot 10^8$	$2,1303 \cdot 10^8$
Střední hodnota	$1,9442 \cdot 10^8$	$1,9246 \cdot 10^8$	$1,9253 \cdot 10^8$	$1,9243 \cdot 10^8$	$1,9246 \cdot 10^8$	$1,9247 \cdot 10^8$
Směrodatná odchylka	$4,5058 \cdot 10^6$	$4,0100 \cdot 10^6$	$4,2110 \cdot 10^6$	$4,2918 \cdot 10^6$	$4,2837 \cdot 10^6$	$4,2751 \cdot 10^6$
Medián	$1,9335 \cdot 10^8$	$1,9228 \cdot 10^8$	$1,9264 \cdot 10^8$	$1,9236 \cdot 10^8$	$1,9240 \cdot 10^8$	$1,9242 \cdot 10^8$

4.5 Zajištění měnového rizika forwardem

Měnové riziko je zajištěno daným podnikem prodejem forwardového kontraktu, který umožňuje směnu obdržených EUR za CZK za předem stanovený kurz, který je po celou dobu životnosti kontraktů neměnný. Využitím forwardu se společnost Moravia Steel a.s. zajišťuje proti posílení české koruny vůči euru, tedy proti situaci, kdy se kurz CZK/EUR snižuje. Tímto derivátovým nástrojem si zajišťuje po dobu jednoho měsíce neměnný kurz daného měnového páru a není ohrožena jeho volatilitou. Společnost zajišťuje devizovou pozici v částce 7 000 000 EUR a na konci měsíce je povinna ji prodat za dohodnutou forwardovou cenu.

V závislosti na výši aktuálního a předem dohodnutého forwardového kurzu mohou u krátké pozice ve forwardu nastat dvě situace. Jestliže je na konci doby životnosti kontraktu aktuální spotový kurz CZK/EUR vyšší než předem dohodnutý forwardový kurz, společnost z obchodu ztrácí. Pokud je spotový kurz vyšší než dohodnutý forwardový kurz, podnik realizuje z kontraktu zisk.

Parametry nutné pro výpočet ceny měnového forwardu jsou:

- počáteční kurz $S_0 = 27,48$ CZK/EUR,
- bezriziková sazba pro korunu, PRIBOR, $r_d = 0,0029$
- bezriziková sazba pro EURO, LIBOR EUR, $r_f = 0,00214$
- časový interval $\Delta t = \frac{1}{12}$.

Při oceňování forwardu je realizační cena upravena tak, aby jeho výchozí hodnota byla nulová. Výsledná hodnota forwardové ceny, vyčíslena dle vzorce (3.9), je 27,4817 CZK/EUR. Na konci měsíce je společnost povinna prodat hodnotu své devizové pozice za tento forwardový kurz.

Efekt ze zajištění devizové pozice je dán vtahem:

$$efekt = Q \cdot X, \quad (4.2)$$

kde Q je hodnota devizové pozice a X je forwardový kurz platný pro jednoměsíční kontrakt.

Výsledný efekt ze zajištění měnového rizika forwardem je roven částce 192 372 000 CZK.

4.6 Zajištění měnového rizika put opcí

Měnové riziko společnosti lze zajistit zaujmutím dlouhé pozice v put opci, kterou se zajišťuje proti poklesu ceny kurzu CZK/EUR. S nákupem put opcí je spojeno právo opci uplatnit za danou realizační cenu. Za toto právo je nutno zaplatit opční prémii neboli cenu opce. Jestliže jedna opce zní na 100 000 EUR, je na zajištění jednoměsíčního kontraktu nutno nakoupit 70 opcí. Ocenění opcí je provedeno dle vztahu (3.11), kde d_1 a d_2 jsou vypočítány dle vzorců (3.13) a (3.14), z nichž jsou pak získány hodnoty $N(-d_1)$ a $N(-d_2)$.

Vstupní parametry nutné pro výpočet ceny opce jsou:

- počáteční kurz $S_0 = 27,48$ CZK/EUR,
- realizační ceny $X = 27,4817$ CZK/EUR,
- roční směrodatná odchylka $\sigma(R_i) = 0,0769$
- bezriziková sazba pro korunu, PRIBOR, $r_d = 0,0029$
- bezriziková sazba pro EURO, PRIBOR EUR, $r_f = 0,00214$
- časový interval $\Delta t = \frac{1}{12}$.

Hodnota put opce na jednotku cizí měny činí 0,2433 CZK/EUR. Jelikož jedna opce zní na 100 000 EUR, je hodnota jedné put opce v korunách rovna částce 24 334 CZK. Aby společnost zajistila celou devizovou pozici, musí nakoupit 70 opcí.

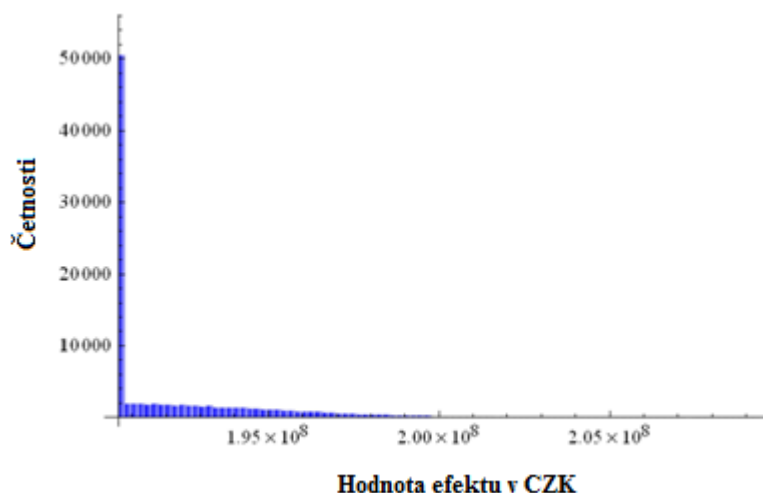
Efekt z put opce je možno zapsat jako:

$$efekt = S_T \cdot Q + VH_{put}^{long} \cdot 100000 \cdot q - 100000 \cdot p \cdot q \cdot e^{r_d \cdot \Delta t}, \quad (4.3)$$

kde S_T jdou simulované hodnoty kurzů CZK/EUR dle metody Monte Carlo pro $\varepsilon = 10^k$ scénářů, kde $k = \langle 1, 2, \dots, 6 \rangle$, Q je velikost devizové pozice, p je cena put opce a q značí počet využitých opcí ($q = 70$).

Efekt z put opce pro je zobrazen histogramem v Obr. 4.7, z něhož je zřejmé, že s největší pravděpodobností společnost inkasuje částku přibližně v hodnotě 190 000 000 CZK.

Obr. 4.7 Výsledný efekt z využití put opce



V Tab. 4.4 jsou vypočteny základní charakteristiky ze zajištění devizové pozice put opcí. Jednotlivé parametry se v závislosti na rozdílném počtu náhodných scénářů výrazně neodlišují. Minimum efektu je vyčísleno na $1,9067 \cdot 10^8$ CZK a maximum z efektu při využití put opce je v hodnotě $2,1132 \cdot 10^8$ CZK.

Tab. 4.4 Základní parametry efektu z využití put opce v CZK

Charakteristiky	10^k scénářů, $k = \langle 1, 2, \dots, 6 \rangle$					
Minimum	$1,9067 \cdot 10^8$	$1,9067 \cdot 10^8$	$1,9067 \cdot 10^8$	$1,9067 \cdot 10^8$	$1,9067 \cdot 10^8$	$1,9067 \cdot 10^8$
Maximum	$2,0049 \cdot 10^8$	$2,0221 \cdot 10^8$	$2,0612 \cdot 10^8$	$2,0813 \cdot 10^8$	$2,1091 \cdot 10^8$	$2,1132 \cdot 10^8$
Střední hodnota	$1,9331 \cdot 10^8$	$1,9231 \cdot 10^8$	$1,9241 \cdot 10^8$	$1,9241 \cdot 10^8$	$1,9242 \cdot 10^8$	$1,9242 \cdot 10^8$
Směrodatná odchylka	$3,7770 \cdot 10^6$	$2,5551 \cdot 10^6$	$2,5299 \cdot 10^6$	$2,5602 \cdot 10^6$	$2,5671 \cdot 10^6$	$2,5610 \cdot 10^6$
Medián	$1,9164 \cdot 10^8$	$1,9067 \cdot 10^8$	$1,9093 \cdot 10^8$	$1,9067 \cdot 10^8$	$1,9070 \cdot 10^8$	$1,9072 \cdot 10^8$

4.7 Zajištění opčními strategiemi

K zajištění měnového rizika je možno využít různé kombinace opcí, které vyhovují specifickému očekávání zisku investora vzhledem k riziku. Opční strategie jsou kombinacemi nákupů a prodejů call a put opcí.

Long straddle

Strategie long straddle je kombinací nakoupené call opce a put opce se stejnými parametry, která je využívána v případě očekávané výrazné změny kurzu, aby bylo dosaženo

zisku z této strategie, je nutno vykompenzovat ztrátu z jedné nevyužité opce. Pokud se však kurz pohybuje okolo realizační ceny, strategie by nebyla úspěšná.

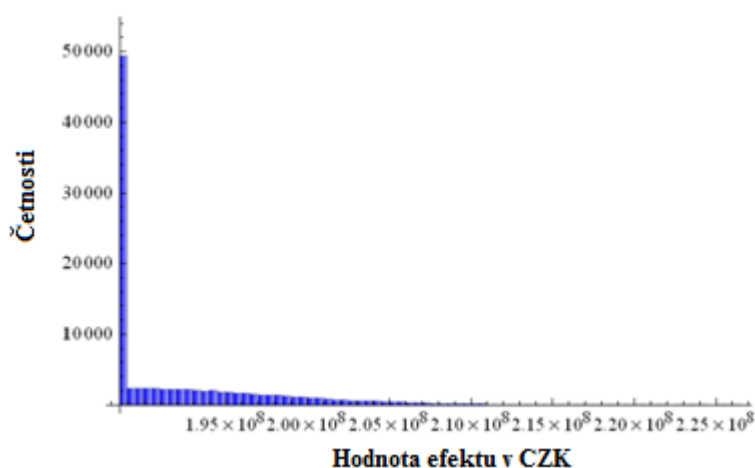
Cena opcí jsou vypočítány na základě Black–Scholesova modelu dle vzorce (3.11) pro ocenění call opce a pro ocenění put opce je použit vztah (3.12), kde d_1 a d_2 jsou vyčísleny dle vzorců (3.13) a (3.14). Ceny put a call opce jsou tak stejné jako v případě plain vanilla put opce. Vnitřní hodnota call opce je zjištěna z rovnice (2.7) a vnitřní hodnota put opce je vypočítána dle vzorce (2.11).

Efekt ze strategie long straddle je dán následujícím vztahem:

$$\begin{aligned} \text{efekt} = S_T \cdot Q + VH_{put}^{long} \cdot 100000 \cdot q - 100000 \cdot p \cdot q \cdot e^{r_d \cdot \Delta t} + \\ VH_{call}^{long} \cdot 100000 \cdot q - 100000 \cdot c \cdot q \cdot e^{r_d \cdot \Delta t} . \end{aligned} \quad (4.4)$$

Efekt ze strategie long straddle pro 10 000 scénářů je zobrazen v Obr. 4.8.

Obr. 4.8 Výsledný efekt ze strategie long straddle



Využitím této hedgingové strategie by měla společnost inkasovat nejméně $1,8897 \cdot 10^8$ CZK. Při simulaci jednoho milionu náhodných scénářů by společnost mohla maximálně přijmout $2,3028 \cdot 10^8$ CZK. Výsledné parametry ze strategie long straddle se nachází v Tab. 4.5.

Tab. 4.5 Základní charakteristiky efektu v situaci při využití put opce v CZK

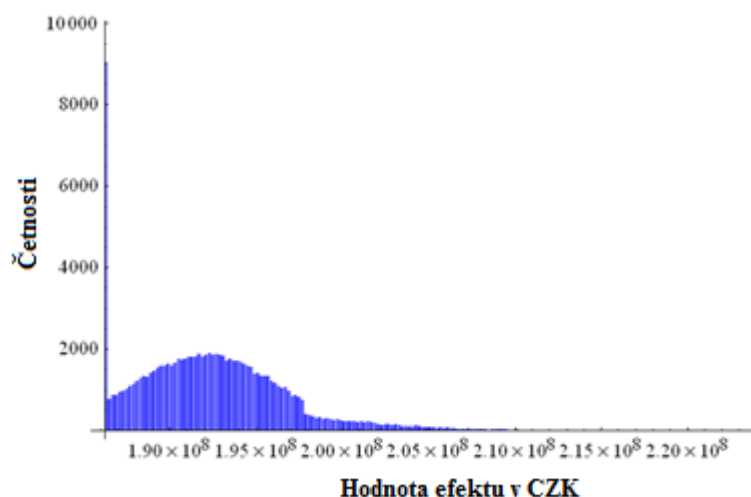
Charakteristiky	10^k scénářů, $k = \langle 1, 2, \dots, 6 \rangle$					
Minimum	$1,8897 \cdot 10^8$	$1,8897 \cdot 10^8$	$1,8897 \cdot 10^8$	$1,8897 \cdot 10^8$	$1,8897 \cdot 10^8$	$1,8897 \cdot 10^8$
Maximum	$2,0860 \cdot 10^8$	$2,12051 \cdot 10^8$	$2,1987 \cdot 10^8$	$2,2388 \cdot 10^8$	$2,29451 \cdot 10^8$	$2,3028 \cdot 10^8$
Střední hodnota	$1,9424 \cdot 10^8$	$1,9224 \cdot 10^8$	$1,9245 \cdot 10^8$	$1,9245 \cdot 10^8$	$1,9247 \cdot 10^8$	$1,9247 \cdot 10^8$
Směrodatná odchylka	$7,5539 \cdot 10^6$	$5,1101 \cdot 10^6$	$5,0600 \cdot 10^6$	$5,1203 \cdot 10^6$	$5,1341 \cdot 10^6$	$5,1216 \cdot 10^6$
Medián	$1,9091 \cdot 10^8$	$1,8809 \cdot 10^8$	$1,8949 \cdot 10^8$	$1,8897 \cdot 10^8$	$1,8902 \cdot 10^8$	$1,8906 \cdot 10^8$

Long strangle

Pokud je společností nakoupena kombinace call a put opce s různými realizačními cenami, je použita strategie long strangle. V případě long strangle je nakupována call a put opce za rozdílné realizační ceny, přičemž realizační cena u call opce je zvolena vyšší než u put opce.

Call opce a put opce jsou oceněny obdobně jako u předešlé strategie long straddle, je však předpokládána realizační cena call opce o 3 % vyšší a realizační cena put opce o 3 % nižší. Cena měnové put opce je v hodnotě 2 342 CZK a cena call opce je ve výši 2 635 CZK. Výpočet vnitřní hodnoty call, put opce a výsledného efektu spočívá na obdobném principu jako u strategie long straddle, liší se pouze změnou výše realizačních cen obou základních pozic. Z obr. 4.9 je možno usoudit, že s největší pravděpodobností by společnost přijala pomocí strategie long strangle částku v hodnotě přibližně 190 000 000 CZK.

Obr. 4.9 Efekt ze strategie long strangle



Průměrný příjem společnosti při uplatnění strategie long straddle je v přibližné hodnotě 192 000 000 CZK. Nejlepším možným scénářem by byl zisk společnosti ve výši 227 560 000 CZK. Nejmenší obnos by plynul z této strategie z různého počtu scénářů v hodnotě 186 250 000 CZK. Další charakteristiky, dle kterých budou všechny strategie porovnávány, jsou zobrazeny v Tab. 4.6.

Tab. 4.6 Parametry efektu při zajištění opční strategií long strangle v CZK

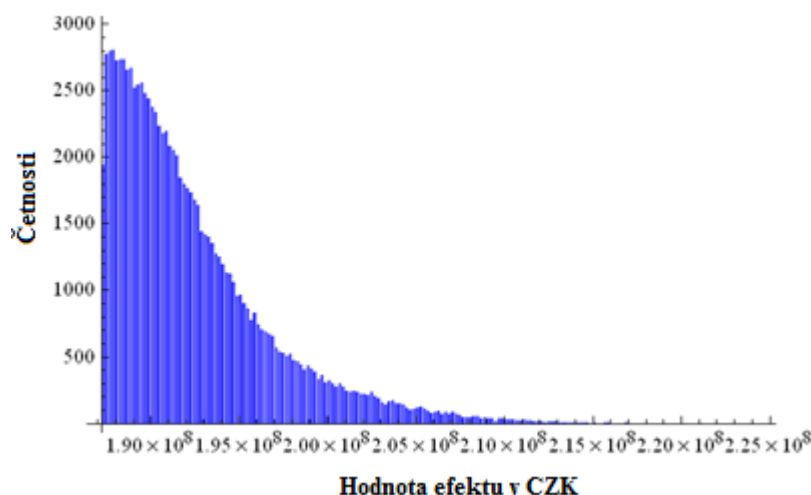
Charakteristiky	10^k scénářů, $k = \langle 1, 2, \dots, 6 \rangle$					
Minimum	$1,8690 \cdot 10^8$	$1,8625 \cdot 10^8$	$1,8625 \cdot 10^8$	$1,8625 \cdot 10^8$	$1,8625 \cdot 10^8$	$1,8625 \cdot 10^8$
Maximum	$2,0589 \cdot 10^8$	$2,0934 \cdot 10^8$	$2,1716 \cdot 10^8$	$2,2117 \cdot 10^8$	$2,26741 \cdot 10^8$	$2,2756 \cdot 10^8$
Střední hodnota	$1,9481 \cdot 10^8$	$1,9239 \cdot 10^8$	$1,9253 \cdot 10^8$	$1,9243 \cdot 10^8$	$1,9246 \cdot 10^8$	$1,9247 \cdot 10^8$
Směrodatná odchylka	$5,9108 \cdot 10^6$	$4,4237 \cdot 10^6$	$4,3998 \cdot 10^6$	$4,4953 \cdot 10^6$	$4,5023 \cdot 10^6$	$4,4872 \cdot 10^6$
Medián	$1,9300 \cdot 10^8$	$1,9193 \cdot 10^8$	$1,9229 \cdot 10^8$	$1,9201 \cdot 10^8$	$1,9205 \cdot 10^8$	$1,9207 \cdot 10^8$

Long strip

Variantou strategie straddle je strategie long strip, která je kombinací nákupu call a put opcí se stejnými realizačními cenami, ale v odlišném počtu nakoupených put opcí. Při předpokladu nakoupení jedné call opce a dvou put opcí je výsledný efekt ze strategie long strip vypočten jako:

$$\begin{aligned}
 \text{efekt} = S_T \cdot Q + 2 \cdot VH_{put}^{long} \cdot 100000 \cdot q - 2 \cdot 100000 \cdot p \cdot q \cdot e^{r_d \cdot \Delta t} + \\
 + VH_{call}^{long} \cdot 100000 \cdot q - 100000 \cdot c \cdot q \cdot e^{r_d \cdot \Delta t}
 \end{aligned} \quad (4.5)$$

Obr. 4.10 Efekt ze strategie long strip



Z obr. 4.10 lze vidět, že s největší četností se hodnota efektu z této strategie pohybuje okolo $1,90 \cdot 10^8$ CZK.

Tab. 4.7 Parametry z efektu zajištění pomocí strategie long strip v CZK

Charakteristiky	10^k scénářů, $k = \langle 1, 2, \dots, 6 \rangle$					
Minimum	$1,8744 \cdot 10^8$	$1,8727 \cdot 10^8$	$1,8727 \cdot 10^8$	$1,8726 \cdot 10^8$	$1,8726 \cdot 10^8$	$1,8726 \cdot 10^8$
Maximum	$2,0689 \cdot 10^8$	$2,1035 \cdot 10^8$	$2,1817 \cdot 10^8$	$2,2218 \cdot 10^8$	$2,2774 \cdot 10^8$	$2,2857 \cdot 10^8$
Střední hodnota	$1,9313 \cdot 10^8$	$1,9209 \cdot 10^8$	$1,9233 \cdot 10^8$	$1,9243 \cdot 10^8$	$1,9243 \cdot 10^8$	$1,9242 \cdot 10^8$
Směrodatná odchylka	$7,2610 \cdot 10^6$	$4,5026 \cdot 10^6$	$4,5126 \cdot 10^6$	$4,5255 \cdot 10^6$	$4,5403 \cdot 10^6$	$4,5307 \cdot 10^6$
Medián	$1,8995 \cdot 10^8$	$1,9057 \cdot 10^8$	$1,9102 \cdot 10^8$	$1,9117 \cdot 10^8$	$1,9120 \cdot 10^8$	$1,9120 \cdot 10^8$

Z Tab. 4.7 je možno odvodit, že nejlepší možný výsledek ze strategie long strip s narůstajícím počtem náhodně nasimulovaných efektů nabývá hodnoty $2,2857 \cdot 10^8$ CZK. Naopak nejhorší výsledek, který by z této strategie plynul je vyčíslen na $1,8726 \cdot 10^8$ CZK pro všechny zohledněné náhodné počty scénářů.

Long strap

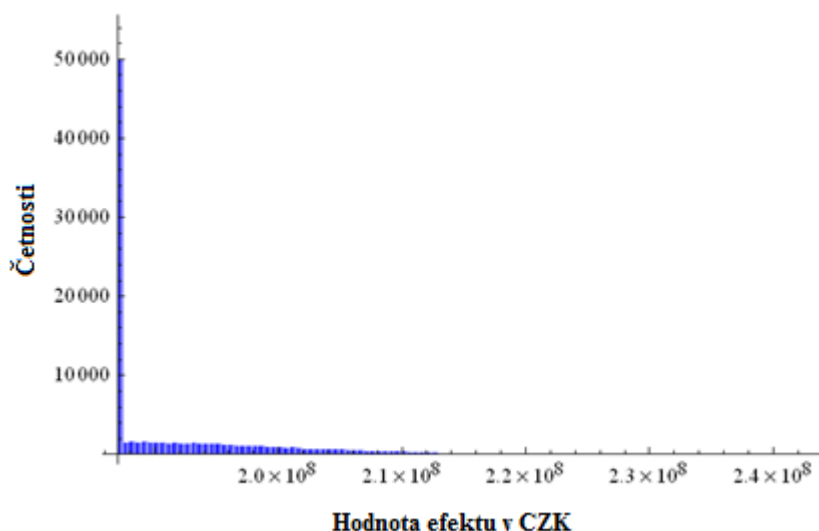
Long strap je rovněž variací strategie straddle. Rozdíl spočívá v nákupu vícenásobného počtu call opcí. Při výpočtu efektu této strategie je vycházeno z propočtu strategie straddle, přičemž je předpokládán nákup jedné put opce a dvou call opcí.

Výsledný efekt ze strategie long strap je vyjádřen vztahem:

$$\begin{aligned}
 \text{efekt} = S_T \cdot Q + VH_{put}^{long} \cdot 100000 \cdot q - 100000 \cdot p \cdot q \cdot e^{r_d \cdot \Delta t} + \\
 + 2 \cdot VH_{call}^{long} \cdot 100000 \cdot q - 2 \cdot 100000 \cdot c \cdot q \cdot e^{r_d \cdot \Delta t}.
 \end{aligned} \quad (4.6)$$

S největší četností se při zohlednění 10 000 scénářů vyskytuje hodnota, kterou by společnost měla inkasovat na konci měsíce ze zahraničí okolo $1,90 \cdot 10^8$ CZK.

Obr. 4.11 Výsledný efekt ze strategie long strap



Opční strategie long strap je pro různý počet scénářů číselně popsána v Tab. 4.8. Nejmenší částku, kterou by společnost Moravia Steel a.s. mohla inkasovat při zajištění měnového rizika použitím strategie long strap se pohybuje okolo částky $1,8726 \cdot 10^8$ CZK. Maximální hodnota efektu z této strategie je pak $2,4923 \cdot 10^8$ CZK. Další charakteristiky, dle kterých bude rozhodováno o nejlepší variantě z použitých hedgingových strategií jsou zobrazeny v následující tabulce, přičemž je možno vidět, že směrodatná odchylka u této strategie je poměrně vysoká.

Tab. 4.8 Parametry efektu v situaci při využití long strap v CZK

Charakteristiky	10^k scénářů, $k = \langle 1, 2, \dots, 6 \rangle$					
Minimum	$1,8726 \cdot 10^8$	$1,8726 \cdot 10^8$	$1,8726 \cdot 10^8$	$1,8726 \cdot 10^8$	$1,8726 \cdot 10^8$	$1,8726 \cdot 10^8$
Maximum	$2,1671 \cdot 10^8$	$2,2189 \cdot 10^8$	$2,3362 \cdot 10^8$	$2,3964 \cdot 10^8$	$2,4799 \cdot 10^8$	$2,4923 \cdot 10^8$
Střední hodnota	$1,9518 \cdot 10^8$	$1,9218 \cdot 10^8$	$1,9248 \cdot 10^8$	$1,9249 \cdot 10^8$	$1,9251 \cdot 10^8$	$1,9252 \cdot 10^8$
Směrodatná odchylka	$1,1331 \cdot 10^7$	$7,6652 \cdot 10^6$	$7,5899 \cdot 10^6$	$7,6805 \cdot 10^6$	$7,7012 \cdot 10^6$	$7,6823 \cdot 10^6$
Medián	$1,9018 \cdot 10^8$	$1,8726 \cdot 10^8$	$1,8805 \cdot 10^8$	$1,8726 \cdot 10^8$	$1,8734 \cdot 10^8$	$1,8740 \cdot 10^8$

4.8 Zajištění short range forwardem

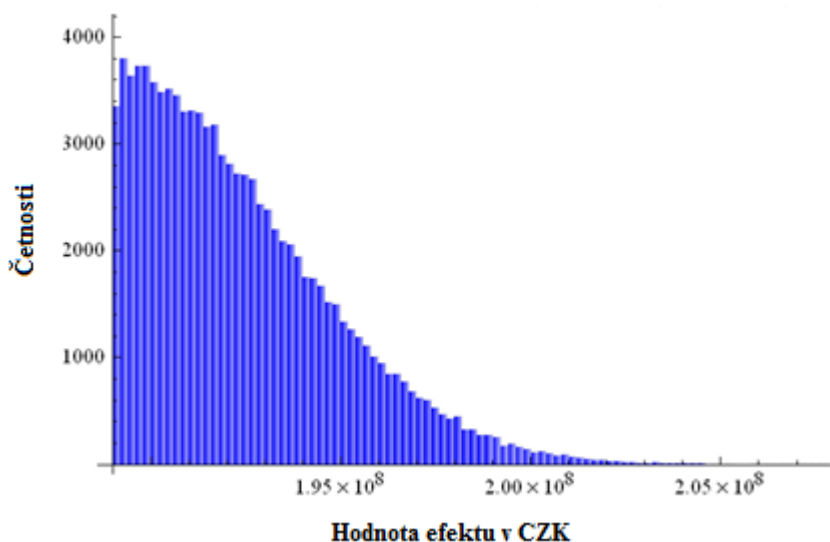
Zajištění touto tzv. zero-cost strategií umožňuje sestavení portfolia s nulovými počátečními náklady. Portfolio je složeno z dlouhé pozice v put opci s realizační cenou X_1 a z krátké pozice v call opci s realizační cenou X_2 . Podmínkou pro dosažení nulových počátečních nákladů je splnění následující podmínky rovnosti:

Celkový efekt zajištění při využití strategie short range forward je vypočítán jako:

$$\begin{aligned} \text{efekt} = S_T \cdot Q + VH_{put}^{long} \cdot 100000 \cdot q_1 - p \cdot 100000 \cdot q_1 \cdot e^{r_d \cdot \tau} - \\ VH_{call}^{short} \cdot 100000 \cdot q_2 + c \cdot 100000 \cdot q_2 \cdot e^{r_d \cdot \tau} \end{aligned} \quad (4.7)$$

Efekt z short range forwardu a konečné rozdělení pravděpodobnosti částek při použití této strategie je zobrazen v Obr. 4.12, charakteristické pro 10 000 scénářů. S největší pravděpodobností by společnost Moravia Steel a.s. použitím strategie short range forward přijala ze zahraničí částku v přibližné hodnotě 190 000 000 CZK, která se v histogramu objevuje s největší četností.

Obr. 4.12 Efekt z short range forwardu



Uplatnění strategie short range forwardu by společnosti přineslo průměrný příjem v hodnotě kolem $1,92 \cdot 10^8$ CZK. Nejvyšší částka, kterou by podnik mohl z obchodu se zahraničím obdržet je vyčíslena ve výši $2,0968 \cdot 10^8$ CZK. Minimální hodnoty efektu jsou ve všech šesti případech různého počtu scénářů ve stejné částce $1,892 \cdot 10^8$ CZK.

Tab. 4.9 Parametry z efektu při zajištění short range forwardem v CZK

Charakteristiky	10^k scénářů, $k = \langle 1, 2, \dots, 6 \rangle$					
Minimum	$1,8920 \cdot 10^8$	$1,8908 \cdot 10^8$	$1,8908 \cdot 10^8$	$1,8908 \cdot 10^8$	$1,8908 \cdot 10^8$	$1,8908 \cdot 10^8$
Maximum	$1,9884 \cdot 10^8$	$2,0056 \cdot 10^8$	$2,0447 \cdot 10^8$	$2,0648 \cdot 10^8$	$2,0926 \cdot 10^8$	$2,0968 \cdot 10^8$
Střední hodnota	$1,9225 \cdot 10^8$	$1,9221 \cdot 10^8$	$1,9235 \cdot 10^8$	$1,9245 \cdot 10^8$	$1,9244 \cdot 10^8$	$1,9243 \cdot 10^8$
Směrodatná odchylka	$3,6584 \cdot 10^6$	$2,4111 \cdot 10^6$	$2,5852 \cdot 10^6$	$2,5850 \cdot 10^6$	$2,5841 \cdot 10^6$	$2,5807 \cdot 10^6$
Medián	$1,9036 \cdot 10^8$	$1,9165 \cdot 10^8$	$1,9173 \cdot 10^8$	$1,9194 \cdot 10^8$	$1,9191 \cdot 10^8$	$1,9190 \cdot 10^8$

4.9 Částečné zajištění

V této části budou vypočítány strategie, ve kterých je devizové riziko zajišťováno jen z určité procentní části (α), zbytek devizové pozice zůstane nezajištěn ($1 - \alpha$). S využitím finančních derivátů short forward a put opce bude zajišťováno devizové riziko v následujících kombinacích:

- 90% zajištění forwardem, 10% nezajištění,
- 75% zajištění forwardem, 25% nezajištění,
- 50% zajištění forwardem, 50% nezajištění,
- 90% zajištění put opcí, 10% nezajištění,
- 75% zajištění put opcí, 25% nezajištění,
- 50% zajištění put opcí, 50% nezajištění.

Z předpokladu jisté averze k riziku je nezajištěná část v daných strategiích zvolena tak, aby nepřekročila 50 % devizové pozice. Pokud by bylo použito vyšší procento nezajištěné pozice, společnost by podstupovala riziko velké ztráty z nepříznivého vývoje měnového páru CZK/EUR.

4.9.1 Částečné zajištění forwardem

Použitím strategie částečného zajištění forwardem, budou procentně zajištěny devizové pozice tímto derivátem, zbytek pozice bude nezajištěn.

Efekt z částečného zajištění forwardem je vyjádřen jako:

$$efekt = (X \cdot Q_1) + (S_T \cdot Q_2), \quad (4.8)$$

kde X značí forwardový kurz, Q_1 je procentní část zajištěné devizové pozice derivátem (α), nezajištěná pozice $(1 - \alpha)$ je Q_1 a zkratka S_T znamená nasimulované kurzy CZK/EUR.

Histogramy efektu při využití částečného zajištění forwardem jsou uvedeny v příloze č. 3.

4.9.2 Částečné zajištění put opcí

Podobně jako metoda částečného hedgingu forwardu je sestaveno částečné zajištění s aplikací finančního derivátu typu put opce.

Efekt ze strategie částečného zajištění put opcí je dán vztahem:

$$efekt = S_T \cdot Q_1 + VH_{put}^{long} \cdot 100000 \cdot q_1 - 100000 \cdot p \cdot q_1 \cdot e^{r_d \cdot \Delta t} + S_T \cdot Q_2, \quad (4.9)$$

kde VH_{put}^{long} je vnitřní hodnota put opce, p je cena put opce a q značí počet využitých opcí ($q = 70$).

Histogramy z efektu při využití hedgingové strategie částečného zajištění put opce jsou uvedeny v příloze.

4.10 Zhodnocení a porovnání jednotlivých hedgingových strategií

Použité hedgingové strategie budou porovnány dle stanovených hodnotících parametrů a dále budou zohledněny počáteční náklady na dané hedgingové strategie, postoj investora k riziku a možnost dosažení výnosu z derivátových obchodů při zohlednění rizika.

4.10.1 Zhodnocení strategií na základě zvolených parametrů

Dle parametrů nejlepší výsledek, nejhorší výsledek, střední hodnota, směrodatná odchylka a medián budou v této podkapitole porovnány použité metody zajištění rizika devizové pozice ve společnosti.

Pod pojmem **nejhorší hodnota** (Min) se rozumí nejhorší výsledek v rámci efektu dané strategie.

Nejlepší hodnota (Max) je nejlepší možná hodnota výsledné inkasované částky.

Střední hodnota ($E(X)$) představuje průměrnou hodnotu náhodných výsledných efektů jednotlivých zajišťovacích strategií.

Dalším kritériem porovnání použitých strategií je **směrodatná odchylka** (σ), která představuje rizikovost daných hedgingových variant. Čím je průměrná odchylka jednotlivých hodnot efektu od střední hodnoty dané strategie vyšší, tím vyšší je jejich rizikovost.

Medián definuje prostřední hodnotu efektu u daných zajišťovacích strategií a vyjadřuje tak částku, která rozděluje všechny vzestupně seřazené hodnoty na dvě stejně početné poloviny. Nejméně polovina výplat je menších nebo rovných a nejméně polovina výplat je větších nebo rovných mediánu.

Podle výše popsanych parametrů jsou efekty jednotlivých hedgingových strategií shrnuty a seřazený v Tab. 4.10. Jednotlivé techniky jsou řazeny dle pořadí vybraných kritérií, přičemž prvnímu pořadí je přiřazen nejlepší výsledek. Nejhorší výsledek je označen číslem 14.

V tabulce jsou uvedeny výsledné efekty zajišťovacích metod s nejvyšším počítaným počtem náhodných scénářů (1 000 000). Větší počet nasimulovaných výsledných efektů by měl zvyšovat pravděpodobnost větší správnosti budoucích dosažených výsledků a management se tak může lépe rozhodnout pro vhodnou metodu k řízení měnového rizika v podniku.

Tab. 4.10 Souhrnné porovnání úspěšnosti hedgingových strategií

Strategie/Kritérium	Nejhorší výsledek	Nejlepší výsledek	Střední hodnota	Směrodatná odchylka	Medián
Pasivní strategie	171 785 630,00 Kč	213 566 319,00 Kč	192 469 732,00 Kč	4 275 587,00 Kč	192 420 699,00 Kč
	14.	8.	7.	10.	1.
Forward	192 372 000,00 Kč	192 372 000,00 Kč	192 372 000,00 Kč	0,00 Kč	192 372 000,00 Kč
	1.	14.	14.	1.	8.
Put opce	190 668 364,00 Kč	211 862 500,00 Kč	192 423 131,00 Kč	2 561 589,00 Kč	190 716 880,00 Kč
	2.	9.	10.	5.	12.
Long straddle	188 964 546,00 Kč	231 352 816,00 Kč	192 474 078,00 Kč	5 123 179,00 Kč	189 061 577,00 Kč
	6.	2.	5.	13.	13.
Long strangle	186 252 484,00 Kč	228 640 754,00 Kč	192 471 352,00 Kč	4 489 579,00 Kč	192 072 165,00 Kč
	11.	4.	6.	11.	9.
Long strip	187 260 736,00 Kč	229 648 998,00 Kč	192 427 477,00 Kč	4 529 643,00 Kč	191 205 931,00 Kč
	9.	3.	8.	12.	11.
Long strap	187 260 727,00 Kč	250 843 133,00 Kč	192 525 026,00 Kč	7 684 768,00 Kč	187 406 274,00 Kč
	10.	1.	4.	14.	14.
Short range forward	189 074 505,00 Kč	210 056 870,00 Kč	192 424 116,00 Kč	2 571 050,00 Kč	191 897 743,00 Kč
	5.	10.	9.	6.	10.
Forward 90 %, Nezajištění 10 %	190 499 659,00 Kč	194 626 606,00 Kč	192 381 346,00 Kč	427 060,00 Kč	192 376 894,00 Kč
	3.	13.	13.	2.	7.
Forward 75 %, Nezajištění 25 %	187 690 874,00 Kč	198 008 241,00 Kč	192 395 090,00 Kč	1 067 649,00 Kč	192 383 961,00 Kč
	7.	12.	12.	3.	6.
Forward 50 %, Nezajištění 50 %	183 009 564,00 Kč	203 644 300,00 Kč	192 417 997,00 Kč	2 135 298,00 Kč	192 395 738,00 Kč
	12.	11.	11.	4.	3.
Put opce 90 %, Nezajištění 10 %	190 377 706,00 Kč	214 818 863,00 Kč	193 934 971,00 Kč	2 681 714,00 Kč	192 395 241,00 Kč
	4.	7.	1.	7.	5.
Put opce 75 %, Nezajištění 25 %	187 422 501,00 Kč	214 818 864,00 Kč	193 686 160,00 Kč	2 893 887,00 Kč	192 409 338,00 Kč
	8.	6.	2.	8.	2.
Put opce 50 %, Nezajištění 50 %	182 497 160,00 Kč	214 818 865,00 Kč	193 271 473,00 Kč	3 307 259,00 Kč	192 395 242,00 Kč
	13.	5.	3.	9.	4.

V rámci kritéria nejhorší výsledek je jako nejlepší varianta zvolena ta metoda, která má největší hodnotu. Nejúspěšnější strategií v rámci tohoto parametru je zvolena varianta zajištění forwardem, pomocí které společnost obdrží ze zahraničí nejméně 192 372 000 CZK. Jako další derivát vhodný k použití dle kritéria nejhorší dosažené hodnoty se jeví put opce s minimem v hodnotě 190 668 364 CZK. Nezajištěná pozice a strategie, ve kterých je put opcí zajišťována poloviční část pozice vykazují nejhorší výsledky. Dále ze strategií zajišťujících celou část devizové pozice, vykazuje nejhorší výsledek v rámci tohoto kritéria situace, kdy je společnost zajištěna strategií long strangle.

Při výběru nejlepší metody zajištění na základě nejvyšší dosažené hodnoty efektu, je vybrána varianta s nejvyšší hodnotou bez ohledu na riziko nebo počáteční náklady spojené s jednotlivými strategiemi. U kritéria nejlepší výsledek dosahuje nejvyšší hodnoty efekt ze strategie long strap. Použitím této strategie by společnost obdržela maximálně částku v hodnotě 250 843 133 CZK. Na druhém místě je strategie long straddle a za ní následuje strategie long strip. Nejmenší maximální částka by naopak společnosti plynula z využití částečného zajištění forwardem a měnového forwardu.

Co se týče střední hodnoty, pohybují se výsledné hodnoty v přibližně stejných číslech kolem 192 400 000 CZK. Nejvyšší hodnoty se objevují u částečného zajištění put opcí, přičemž se se snižující zajištěnou částí devizové pozice snižuje i střední hodnota. Nejhorší variantou, kterou by společnost dle kritéria střední hodnoty společnost zvolila, by byla strategie zajištění měnovým forwardem s výslednou hodnotou 192 372 000 CZK. Naopak nejvyšší střední hodnoty je dosaženo u strategie zajištění put opcí z 90 % pozice v částce 193 934 971 CZK.

Pomocí kritéria směrodatná odchylka, je hodnocena rizikovost jednotlivých strategií. Nejméně rizikovou strategií je zajištění devizové pozice společnosti forwardem se směrodatnou odchylkou rovnou nule. Použitím tohoto derivátu by společnost nepodstupovala žádné riziko. V důsledku nulové směrodatné odchylky jsou také dobrou volbou pro zajištění společnosti dle směrodatné odchylky kombinace s určitým procentním zajištěním forwardem. Mezi nejvíce rizikové patří opční strategie, u kterých je předpoklad výrazné změny kurzu. Pokud by se kurz výrazně nezměnil, použití opčních strategií by nepokrylo počáteční náklady a strategie by se společnosti nevyplatila. Nejvíce riziková je strategie long strap se směrodatnou odchylkou v hodnotě 7 684 768 CZK. Kromě opčních strategií by společnost podstupovala velké riziko při nezajištění.

Pasivní strategie a strategie částečného zajištění dosahují u kritéria medián nejlepších výsledků. Nejhoršího výsledku dosáhla strategie long strap.

Pokud je všem hodnotícím kritériím přiřazena stejná váha významnosti, pak lze za nejlepší strategii označit strategii částečného zajištění put opcí, z nichž nejlepších výsledků dosáha strategie 90% zajištění devizové pozice společnosti put opcí. Dalšími nejlepšími možnostmi by byla volba částečného zajištění forwardem, měnového forwardu a put opce. Poslední místa jsou obsazena opčními strategiemi, přičemž nejhoršího výsledku by dle kritérií dosáhly strategie long strip a long strap.

4.10.2 Hodnocení vybraných strategií dle počátečních nákladů

Při výběru správné hedgingové strategie je důležité zohlednit náklady, které musí společnost vynaložit k její realizaci. V rámci tohoto hodnocení jsou nejvhodnějšími strategiemi nezajištění portfolia, zajištění měnovým forwardem a short range forwardem. S těmito strategiemi nejsou spojeny žádné počáteční náklady. Naopak u využití opcí je nutno zaplatit opční prémii. Společnost tak musí vynaložit počáteční náklady za právo uplatnit opci v případě nepříznivého vývoje měnového kurzu.

4.10.3 Zhodnocení hedgingových metod dle postoje investora k riziku

Zajištění proti nepříznivému vývoji měnového kurzu je do jisté míry ovlivněno postojem investora k riziku. Existují investoři preferující riziko, rizikově averzní a investoři s neutrálním postojem k riziku.

Investor, který je neutrální vůči riziku je indiferentní pro použití jakékoli hedgingové strategie, jelikož při výběru zajišťovacích metod nezohledňuje riziko. Pokud je společnost averzní k riziku a není ochotna riskovat, je vhodnou volbou zajištění měnovým forwardem, u kterého je jistota budoucího inkasa ze zahraničí za dohodnutý forwardový kurz. Společnost upřednostňující riziko je ochotna riskovat a k zajištění bude využívat zajištění především opčními strategiemi dále short range forwardem a put opcí. Nejvyšší riziko a zároveň nejvyššího možného efektu by společnost dosáhla použitím opční strategie long strap. Riziko je u opčních strategií vázáno na možnou ztrátu ve formě zaplacených opčních premií.

4.10.4 Zhodnocení jednotlivých strategií dle vztahu výnos a riziko

Dle vztahu výnos a riziko je jako nejlepší varianta zajištění vybírána ta, která při co nejnižším možném riziku generuje co nejvyšší výnos. Pro hodnocení tohoto vztahu jsou z Tab. 4.10 posuzovány parametry střední hodnota a směrodatná odchylka, přičemž obecně platí, že strategie s vyšším rizikem dosahují vyššího výnosu a naopak. Nejlepšího poměru mezi výnosem a rizikem dosahuje strategie částečného zajištění put opcí. Dobré výsledky jsou pak zaznamenány u zajištění měnovým forwardem, put opcí, short range forwardem a částečným zajištěním forwardem.

4.10.5 Hodnocení zajišťovacích metoda při zohlednění všech kritérií

Posouzením všech výše zmíněných hedgingových strategií je komplexně posouzena strategie, kterou by společnost měla při zajištění měnového rizika zvolit. Z dosažených hodnot plyne, že měnové riziko by mělo být zajištěno, protože z pasivní strategie není dosaženo příliš uspokojivých výsledků. Nulové náklady na pořízení hedgingového portfolia, průměrný výnos a chybějící riziko hrají u zvolené strategie významnou roli, a proto je nejlepší strategií pro vybranou společnost dle souhrnného hodnocení použití měnového forwardu. Využití částečného zajištění forwardem, kdy je tímto derivátem kryto 90 % devizové pozice a použití strategie short range forward se jeví jako další vhodné varianty k zajištění měnového rizika.

5 Závěr

Volatilita na měnových trzích znesnadňuje jakékoliv predikce a očekávání managementu ohledně vývoje měnového kurzu. Se změnou měnového kurzu čelí firmy obchodující na mezinárodních trzích měnovému riziku, které může mít nepříznivý dopad na peněžní toky subjektu. Zajištění měnového rizika slouží jako ochrana proti možné nepříznivé změně měnového kurzu a snižuje dopad pohybů kurzů různých instrumentů obchodovaných na trzích na hospodářské výsledky firmy.

Cílem diplomové práce bylo zajištění měnového rizika ve vybrané výrobní společnosti Moravia Steel a.s. pomocí různých zajišťovacích strategií a posouzení výsledných efektů vybraných metod.

Diplomová práce byla rozdělena, kromě úvodu a závěru, na tři hlavní kapitoly, z nichž první dvě byly věnovány teorii. Poslední kapitola obsahovala praktickou část práce, vycházející z teoretických poznatků prvních dvou kapitol.

Druhá kapitola byla zaměřena na charakteristiku a význam hedgingu. Bylo popsáno finanční riziko a jeho členění. Dále byly teoreticky vysvětleny základní finanční deriváty, konkrétně forwardy, futures, swapy a opce. V závěru kapitoly byl přiblížen postup simulace náhodného vývoje ceny finančních aktiv a modely oceňování opcí.

Ve třetí kapitole bylo vysvětleno měnové riziko a pojmy měnová expozice a devizová pozice. Kromě metod zajištění měnového rizika, tvořil podstatnou část kapitoly podrobnější popis a ocenění vybraných metod zajištění, které byly použity k samotnému zajištění v praktické části.

Čtvrtá kapitola byla věnována aplikaci teoretických poznatků z předchozích kapitol na vybraném podniku Moravia Steel a.s. Po představení společnosti byl naformulován řešený problém a vstupní údaje potřebné pro uplatnění zajišťovacích strategií. Pro potřeby výpočtů byla zjištěna historická časová řada denních kurzů CZK/EUR za období 2008 – 2013. Použitím metody Monte Carlo na základě geometrického Brownova procesu byl nasimulován vývoj měnového kurzu CZK/EUR. Následně bylo provedeno ocenění vybraných zajišťovacích strategií (pasivní strategie, měnový forward, plain vanilla put opce, opční strategie, short range forward a částečné zajištění). V závěru kapitoly pak byly zhodnoceny efekty použitých hedgingových strategií dle zvolených kritérií, vztahu výnos a riziko, postoje

investora k riziku a výše počátečních nákladů. Veškeré výpočty byly provedeny v programu Wolfram Mathematica.

Po zhodnocení jednotlivých efektů z vybraných hedgingových strategií lze říci, že nejvhodnější strategií k zajištění měnového rizika dle střední hodnoty, směrodatné odchylky, mediánu, minima a maxima lze označit strategii 90% zajištění put opcí, následně zajištění měnovým forwardem a částečným zajištěním forwardem, put opcí a short range forwardem. Z pohledu nákladů, které musí firma vynaložit na realizaci jednotlivých strategií, jsou nejvhodnějšími deriváty k zajištění finanční aktiva typu zero-cost, mezi které patří měnový forward, short range forward a částečné zajištění měnovým forwardem. Využitím těchto strategií společností nevznikají žádné počáteční náklady na sestavení hedgingového portfolia. Při rozhodování dle postoje investora k riziku by společnost, která má sklon k riziku, volila jednu z opčních strategií. Při volbě těchto strategií, by za nejvyšší podstoupené riziko společnost ze zahraničí inkasovala nejvyšší částky. Tyto strategie jsou využívány v případě výrazné změny podkladového aktiva. Naopak společnost s averzí k riziku by využila k zajištění finanční derivát typu forward s nulovým rizikem. Co se týče vztahu rizika a výnosu nejlepší variantou by bylo částečné zajištění put opcí.

Hedgingové strategie použité v diplomové práci jsou základními a nejpoužívanějšími metodami k zajištění měnového rizika, zajišťovacích strategií a možností jejich výběrů dle parametrů je však nespočet. Za předpokladu, že je vybraná společnost averzní k riziku, lze souhrnným zhodnocením všech parametrů a kritérií označit za nejvhodnější strategii k zajištění měnového rizika ve společnosti Moravia Steel a.s. měnový forward. Dalším vhodným finančním derivátem byl zvolen short range forward a částečné zajištění forwardem, kdy by devizová pozice společnosti byla kryta tímto finančním derivátem z 90 %, a zbytek pozice by zůstal nezajištěn.

Seznam použité literatury

Knihy a články

1. AMBROŽ, Luděk. *Oceňování opcí*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck, 2002. 313 s. ISBN 80-7179-531-3.
2. BLAHA, Zdeněk S. a Irena JINDŘICHOVSKÁ. *Opce, swapy a futures – deriváty finančního trhu*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1994. 195. s. ISBN 80-85603-78-0.
3. BLAKE, David. *Analýza finančních trhů*. 1. vyd. Praha: Grada, 1995. 623 s. ISBN 80-7169-201-8.
4. DLUHOŠOVÁ, Dana a kol. *Finanční řízení a rozhodování podniku*. 3. vyd. Praha: Ekopress, 20010. 225 s. ISBN 978-80-86929-68-2.
5. DUBOFSKY, David A. a Thomas W. Miller. *Derivates. Valuation and Risk Management*. 1st ed. New York: Oxford University Press, 2003. 646 p. ISBN 0-19-511470-1.
6. DURČÁKOVÁ, Jaroslava a Martin MANDEL. *Mezinárodní finance*. 5. aktual. a dopl. vyd. Praha: Management Press, 2010. 494 s. ISBN 978-80-7261-221-5.
7. DVOŘÁK, Petr. *Deriváty*. 2. vyd. Praha: Oeconomica, 2010. 297 s. ISBN 978-80-245-1435-2.
8. HULL, John C. *Options, Futures and Other Derivates*. 7th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2009. 814 p. ISBN 13 978-0-13-5009994-9.
9. JÍLEK, Josef. *Finanční a komoditní deriváty*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002. 624 s. ISBN 978-80-247-3696-9.
10. JÍLEK, Josef. *Finanční a komoditní deriváty v praxi*. 2. upr. vyd. Praha: Grada, 2010. 630 s. ISBN 978-80-247-3696-9.
11. JÍLEK, Josef. *Finanční rizika*. 1. vyd. Praha: Grada, 2000, 635 s. ISB 80-7169-579-3.
12. POLOUČEK, Stanislav. *Peníze, banky, finanční trhy*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck, 2009. 415 s. ISBN 978-80-7400-152-9.

13. STULZ, René M. *Risk Management & Derivatives*. 1st edition. Mason: Thomson, 2003. 676 p. ISBN 0-538-86101-0.
14. TICHÝ, Tomáš. *Finanční deriváty – typologie finančních derivátů, podkladové procesy, oceňovací modely*. 1. vyd. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2006. 162 s. ISBN 80-248-1180-4.
15. ZMEŠKAL, Zdeněk; ČULÍK, Miroslav a Tomáš TICHÝ. *Finanční rozhodování za rizika: sbírka řešených příkladů*. 2. dopl. vyd. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2005. 149 s. ISBN 80-248-0840-4.
16. ZMEŠKAL, Zdeněk; DLUHOŠOVÁ, Dana a Tomáš TICHÝ. *Finanční modely*. 3. rozš. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 267 s. ISBN 978-80-86929-91-0.

Internetové zdroje

1. ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. *Vybrané devizové kurzy* [online]. [1. 2. 2014] Dostupné z: http://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/devizovy_trh/kurzy_devizoveho_trhu/vybrane_form.jsp
2. ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. *Fixing úrokových sazeb na mezibankovním trhu depozit - PRIBOR* [online]. [1. 2. 2014] Dostupné z: http://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/penezni_trh/pribor/denni.jsp
3. GLOBAL-RATES.COM. *1 month Euribor interest rate* [online]. [1. 2. 2014] Dostupné z: <http://www.global-rates.com/interest-rates/euribor/euribor-interest-1-month.aspx>

Seznam zkratek

a.s.	akciová společnost
ATM	at the money (na penězích)
AVM	Antithetic Variates Method (metoda protikladných promnných)
BS model	Black–Scholesův model
BSMC	model Bridge Sampled Monte Carlo
CRR model	binomický model podle Coxe, Rosse a Rubinsteina
CZK	česká koruna
ČNB	Česká národní banka
EUR	Euro
GK model	model dle Garmana a Kohlhagena
ITM	in the money (v penězích)
LHC	Latin Hyperscube Sampling
Obr.	obrázek
OTC	over the counter (mimoburzovní trh)
OTM	out of the money (mimo peníze)
PMC	simulace Monte Carlo
RAROC	Risk Adjusted Return On Capital (rizikově upravená výnosnost rizikově upraveného kapitálu)
SS	Stratified Sampling (metoda stratifikace)
Tab.	tabulka
VaR	Value at Risk

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 25.4. 2014

.....Silva Daniela.....

Daniela Sikorová

Seznam příloh

- Příloha 1** Vývoj měnového kurzu CZK/EUR v období 2008 – 2013
- Příloha 2** Ocenění plain vanilla put opce
- Příloha 3** Graficky znázorněné efekty při částečném zajištění devizové pozice

Vývoj měnového kurzu CZK/EUR v období 2008 - 2013

datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz
2.1.2008	26,36	19.3.2008	25,46	9.6.2008	24,655	25.8.2008	24,4	11.11.2008	25,34	3.2.2009	28,41
3.1.2008	26,17	20.3.2008	25,495	10.6.2008	24,43	26.8.2008	24,525	12.11.2008	25,415	4.2.2009	28,37
4.1.2008	26,13	21.3.2008	25,445	11.6.2008	24,385	27.8.2008	24,535	13.11.2008	25,28	5.2.2009	28,25
7.1.2008	26,14	25.3.2008	25,455	12.6.2008	24,32	28.8.2008	24,7	14.11.2008	25,365	6.2.2009	28,03
8.1.2008	26,125	26.3.2008	25,6	13.6.2008	24,195	29.8.2008	24,735	18.11.2008	25,695	9.2.2009	27,765
9.1.2008	25,99	27.3.2008	25,38	16.6.2008	24,21	1.9.2008	24,8	19.11.2008	25,72	10.2.2009	28,01
10.1.2008	25,855	28.3.2008	25,25	17.6.2008	24,195	2.9.2008	24,85	20.11.2008	25,635	11.2.2009	28,59
11.1.2008	25,91	31.3.2008	25,335	18.6.2008	24	3.9.2008	24,8	21.11.2008	25,7	12.2.2009	28,62
14.1.2008	25,87	1.4.2008	25,185	19.6.2008	24,11	4.9.2008	24,785	24.11.2008	25,38	13.2.2009	28,58
15.1.2008	25,895	2.4.2008	25,07	20.6.2008	24,165	5.9.2008	24,815	25.11.2008	25,45	16.2.2009	29,135
16.1.2008	26,05	3.4.2008	24,955	23.6.2008	24,125	8.9.2008	24,94	26.11.2008	25,08	17.2.2009	29,47
17.1.2008	26,13	4.4.2008	25,045	24.6.2008	24,075	9.9.2008	24,77	27.11.2008	25,17	18.2.2009	28,85
18.1.2008	26,125	7.4.2008	25,02	25.6.2008	24,07	10.9.2008	24,85	28.11.2008	25,21	19.2.2009	28,595
21.1.2008	26,32	8.4.2008	24,985	26.6.2008	24,085	11.9.2008	24,63	1.12.2008	25,61	20.2.2009	28,81
22.1.2008	26,205	9.4.2008	25,105	27.6.2008	24	12.9.2008	24,43	2.12.2008	25,685	23.2.2009	28,45
23.1.2008	26,07	10.4.2008	25,145	30.6.2008	23,895	15.9.2008	24,3	3.12.2008	25,65	24.2.2009	28,34
24.1.2008	25,98	11.4.2008	25,015	1.7.2008	23,825	16.9.2008	24,07	4.12.2008	25,72	25.2.2009	28,35
25.1.2008	25,91	14.4.2008	24,94	2.7.2008	23,865	17.9.2008	23,99	5.12.2008	25,765	26.2.2009	28,29
28.1.2008	25,89	15.4.2008	24,82	3.7.2008	23,815	18.9.2008	23,965	8.12.2008	25,71	27.2.2009	28,125
29.1.2008	25,905	16.4.2008	24,85	4.7.2008	23,695	19.9.2008	24,25	9.12.2008	25,75	2.3.2009	28,3
30.1.2008	26,02	17.4.2008	24,98	7.7.2008	23,55	22.9.2008	24,075	10.12.2008	25,9	3.3.2009	27,955
31.1.2008	26,07	18.4.2008	25,12	8.7.2008	23,605	23.9.2008	24,14	11.12.2008	25,97	4.3.2009	27,71
1.2.2008	25,865	21.4.2008	25,09	9.7.2008	23,49	24.9.2008	24,35	12.12.2008	26	5.3.2009	27,745
4.2.2008	25,75	22.4.2008	25,06	10.7.2008	23,465	25.9.2008	24,43	15.12.2008	26,155	6.3.2009	28,05
5.2.2008	25,67	23.4.2008	25,07	11.7.2008	23,515	26.9.2008	24,425	16.12.2008	26,375	9.3.2009	27,64
6.2.2008	25,625	24.4.2008	25,13	14.7.2008	23,305	29.9.2008	24,605	17.12.2008	26,25	10.3.2009	27,215
7.2.2008	25,625	25.4.2008	25,255	15.7.2008	23,375	30.9.2008	24,665	18.12.2008	26,56	11.3.2009	26,96
8.2.2008	25,66	28.4.2008	25,165	16.7.2008	23,22	1.10.2008	24,51	19.12.2008	26,3	12.3.2009	27,02
11.2.2008	25,65	29.4.2008	25,25	17.7.2008	23,14	2.10.2008	24,75	22.12.2008	26,37	13.3.2009	26,59
12.2.2008	25,61	30.4.2008	25,21	18.7.2008	23,065	3.10.2008	24,79	23.12.2008	26,315	16.3.2009	26,525
13.2.2008	25,48	2.5.2008	25,26	21.7.2008	22,97	6.10.2008	24,675	29.12.2008	26,465	17.3.2009	26,5
14.2.2008	25,34	5.5.2008	25,23	22.7.2008	23,015	7.10.2008	24,475	30.12.2008	26,63	18.3.2009	26,99
15.2.2008	25,225	6.5.2008	25,175	23.7.2008	23,76	8.10.2008	24,55	31.12.2008	26,93	19.3.2009	26,785
18.2.2008	25,235	7.5.2008	25,14	24.7.2008	23,585	9.10.2008	24,68	2.1.2009	26,83	20.3.2009	26,625
19.2.2008	25,315	9.5.2008	25,145	25.7.2008	23,595	10.10.2008	24,935	5.1.2009	26,76	23.3.2009	26,825
20.2.2008	25,305	12.5.2008	24,95	28.7.2008	23,695	13.10.2008	24,655	6.1.2009	26,405	24.3.2009	27,02
21.2.2008	25,09	13.5.2008	24,935	29.7.2008	23,72	14.10.2008	24,61	7.1.2009	26,12	25.3.2009	27,295
22.2.2008	25,04	14.5.2008	25,025	30.7.2008	23,94	15.10.2008	24,76	8.1.2009	26,19	26.3.2009	27,23
25.2.2008	24,99	15.5.2008	25,04	31.7.2008	23,95	16.10.2008	24,82	9.1.2009	26,48	27.3.2009	27,21
26.2.2008	25,02	16.5.2008	24,975	1.8.2008	24	17.10.2008	25,23	12.1.2009	26,58	30.3.2009	27,47
27.2.2008	25,045	19.5.2008	25,06	4.8.2008	23,99	20.10.2008	25	13.1.2009	26,76	31.3.2009	27,38
28.2.2008	25,145	20.5.2008	25,07	5.8.2008	23,925	21.10.2008	25,315	14.1.2009	26,93	1.4.2009	27,15
29.2.2008	25,22	21.5.2008	25,09	6.8.2008	23,98	22.10.2008	25,485	15.1.2009	27,3	2.4.2009	26,89
3.3.2008	25,07	22.5.2008	25,145	7.8.2008	24,11	23.10.2008	25,8	16.1.2009	27,16	3.4.2009	26,6
4.3.2008	24,915	23.5.2008	25,1	8.8.2008	24,21	24.10.2008	25	19.1.2009	27,7	6.4.2009	26,56
5.3.2008	25,05	26.5.2008	25,085	11.8.2008	24,095	27.10.2008	24,68	20.1.2009	27,905	7.4.2009	26,575
6.3.2008	25,13	27.5.2008	25,15	12.8.2008	23,955	29.10.2008	23,875	21.1.2009	27,585	8.4.2009	26,585
7.3.2008	25,16	28.5.2008	25,23	13.8.2008	23,94	30.10.2008	24,48	22.1.2009	27,69	9.4.2009	26,51
10.3.2008	25,04	29.5.2008	25,06	14.8.2008	24,345	31.10.2008	24,23	23.1.2009	28,105	10.4.2009	26,435
11.3.2008	25,13	30.5.2008	25,09	15.8.2008	24,485	3.11.2008	24,29	26.1.2009	27,7	14.4.2009	26,58
12.3.2008	25,065	2.6.2008	25,02	18.8.2008	24,52	4.11.2008	24,16	27.1.2009	27,645	15.4.2009	26,88
13.3.2008	25,12	3.6.2008	24,84	19.8.2008	24,395	5.11.2008	24,31	28.1.2009	27,36	16.4.2009	26,92
14.3.2008	25,035	4.6.2008	24,67	20.8.2008	24,41	6.11.2008	24,89	29.1.2009	27,47	17.4.2009	26,8
17.3.2008	25,02	5.6.2008	24,57	21.8.2008	24,38	7.11.2008	25,11	30.1.2009	27,87	20.4.2009	27,01
18.3.2008	25,255	6.6.2008	24,585	22.8.2008	24,37	10.11.2008	25,27	2.2.2009	28,13	21.4.2009	27,03

Zdroj: Česká národní banka

Příloha 1/2

datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz
22.4.2009	27,075	13.7.2009	26,03	29.9.2009	25,18	17.12.2009	26,13	9.3.2010	25,67	26.5.2010	25,555
23.4.2009	26,84	14.7.2009	26,015	30.9.2009	25,165	18.12.2009	26,295	10.3.2010	25,62	27.5.2010	25,635
24.4.2009	26,725	15.7.2009	25,89	1.10.2009	25,41	21.12.2009	26,36	11.3.2010	25,56	28.5.2010	25,78
27.4.2009	26,64	16.7.2009	25,865	2.10.2009	25,45	22.12.2009	26,265	12.3.2010	25,515	31.5.2010	25,51
28.4.2009	26,73	17.7.2009	25,935	5.10.2009	25,455	23.12.2009	26,4	15.3.2010	25,485	1.6.2010	25,635
29.4.2009	26,715	20.7.2009	25,84	6.10.2009	25,54	28.12.2009	26,42	16.3.2010	25,5	2.6.2010	25,795
30.4.2009	26,71	21.7.2009	25,815	7.10.2009	25,685	29.12.2009	26,41	17.3.2010	25,4	3.6.2010	25,755
4.5.2009	26,64	22.7.2009	25,82	8.10.2009	25,765	30.12.2009	26,4	18.3.2010	25,285	4.6.2010	26,02
5.5.2009	26,48	23.7.2009	25,625	9.10.2009	25,86	31.12.2009	26,465	19.3.2010	25,365	7.6.2010	25,89
6.5.2009	26,8	24.7.2009	25,475	12.10.2009	25,82	4.1.2010	26,3	22.3.2010	25,465	8.6.2010	25,925
7.5.2009	26,465	27.7.2009	25,515	13.10.2009	25,925	5.1.2010	26,23	23.3.2010	25,45	9.6.2010	25,9
11.5.2009	26,76	28.7.2009	25,5	14.10.2009	25,875	6.1.2010	26,345	24.3.2010	25,375	10.6.2010	25,965
12.5.2009	26,755	29.7.2009	25,54	15.10.2009	25,875	7.1.2010	26,37	25.3.2010	25,36	11.6.2010	25,7
13.5.2009	26,78	30.7.2009	25,585	16.10.2009	25,775	8.1.2010	26,315	26.3.2010	25,42	14.6.2010	25,68
14.5.2009	26,94	31.7.2009	25,575	19.10.2009	25,785	11.1.2010	26,195	29.3.2010	25,45	15.6.2010	25,67
15.5.2009	27,025	3.8.2009	25,69	20.10.2009	25,72	12.1.2010	26,265	30.3.2010	25,44	16.6.2010	25,745
18.5.2009	26,9	4.8.2009	25,875	21.10.2009	25,88	13.1.2010	26,165	31.3.2010	25,445	17.6.2010	25,71
19.5.2009	26,685	5.8.2009	25,945	22.10.2009	25,92	14.1.2010	26,045	1.4.2010	25,385	18.6.2010	25,735
20.5.2009	26,625	6.8.2009	25,945	23.10.2009	25,9	15.1.2010	25,935	2.4.2010	25,365	21.6.2010	25,765
21.5.2009	26,73	7.8.2009	25,91	26.10.2009	25,895	18.1.2010	25,895	6.4.2010	25,295	22.6.2010	25,79
22.5.2009	26,71	10.8.2009	25,69	27.10.2009	26,08	19.1.2010	25,905	7.4.2010	25,24	23.6.2010	25,725
25.5.2009	26,7	11.8.2009	25,78	29.10.2009	26,48	20.1.2010	25,89	8.4.2010	25,19	24.6.2010	25,775
26.5.2009	26,705	12.8.2009	25,775	30.10.2009	26,465	21.1.2010	25,98	9.4.2010	25,23	25.6.2010	25,795
27.5.2009	26,73	13.8.2009	25,74	2.11.2009	26,46	22.1.2010	26,185	12.4.2010	25,15	28.6.2010	25,745
28.5.2009	26,76	14.8.2009	25,735	3.11.2009	26,295	25.1.2010	26,01	13.4.2010	25,16	29.6.2010	25,75
29.5.2009	26,83	17.8.2009	25,785	4.11.2009	26,085	26.1.2010	26,1	14.4.2010	25,045	30.6.2010	25,695
1.6.2009	26,78	18.8.2009	25,56	5.11.2009	25,87	27.1.2010	26,115	15.4.2010	25,085	1.7.2010	25,76
2.6.2009	26,825	19.8.2009	25,71	6.11.2009	25,68	28.1.2010	26,235	16.4.2010	25,18	2.7.2010	25,75
3.6.2009	26,82	20.8.2009	25,585	9.11.2009	25,58	29.1.2010	26,23	19.4.2010	25,255	7.7.2010	25,55
4.6.2009	26,93	21.8.2009	25,48	10.11.2009	25,525	1.2.2010	26,065	20.4.2010	25,305	8.7.2010	25,445
5.6.2009	27,02	24.8.2009	25,445	11.11.2009	25,39	2.2.2010	26	21.4.2010	25,285	9.7.2010	25,36
8.6.2009	27	25.8.2009	25,355	12.11.2009	25,51	3.2.2010	26,025	22.4.2010	25,365	12.7.2010	25,325
9.6.2009	26,78	26.8.2009	25,405	13.11.2009	25,53	4.2.2010	26,12	23.4.2010	25,4	13.7.2010	25,345
10.6.2009	26,74	27.8.2009	25,41	16.11.2009	25,5	5.2.2010	26,18	26.4.2010	25,43	14.7.2010	25,46
11.6.2009	26,745	28.8.2009	25,42	18.11.2009	25,445	8.2.2010	26,16	27.4.2010	25,51	15.7.2010	25,47
12.6.2009	26,65	31.8.2009	25,38	19.11.2009	25,59	9.2.2010	26,095	28.4.2010	25,57	16.7.2010	25,43
15.6.2009	26,845	1.9.2009	25,57	20.11.2009	25,885	10.2.2010	26,105	29.4.2010	25,55	19.7.2010	25,43
16.6.2009	26,78	2.9.2009	25,68	23.11.2009	25,84	11.2.2010	26,01	30.4.2010	25,575	20.7.2010	25,35
17.6.2009	26,69	3.9.2009	25,615	24.11.2009	25,89	12.2.2010	26,02	3.5.2010	25,55	21.7.2010	25,345
18.6.2009	26,64	4.9.2009	25,55	25.11.2009	25,97	15.2.2010	26	4.5.2010	25,71	22.7.2010	25,175
19.6.2009	26,365	7.9.2009	25,49	26.11.2009	26,185	16.2.2010	26,02	5.5.2010	25,88	23.7.2010	25,175
22.6.2009	26,015	8.9.2009	25,47	27.11.2009	26,185	17.2.2010	25,925	6.5.2010	26,02	26.7.2010	25,12
23.6.2009	26,22	9.9.2009	25,525	30.11.2009	26,13	18.2.2010	25,715	7.5.2010	25,965	27.7.2010	25,09
24.6.2009	26,165	10.9.2009	25,5	1.12.2009	25,955	19.2.2010	25,76	10.5.2010	25,605	28.7.2010	24,985
25.6.2009	26,08	11.9.2009	25,485	2.12.2009	25,985	22.2.2010	25,755	11.5.2010	25,59	29.7.2010	24,75
26.6.2009	26	14.9.2009	25,455	3.12.2009	25,82	23.2.2010	25,795	12.5.2010	25,39	30.7.2010	24,79
29.6.2009	26,02	15.9.2009	25,33	4.12.2009	25,84	24.2.2010	25,875	13.5.2010	25,42	2.8.2010	24,69
30.6.2009	25,89	16.9.2009	25,24	7.12.2009	25,715	25.2.2010	25,935	14.5.2010	25,465	3.8.2010	24,705
1.7.2009	25,775	17.9.2009	25,095	8.12.2009	25,75	26.2.2010	25,965	17.5.2010	25,56	4.8.2010	24,735
2.7.2009	25,78	18.9.2009	25,085	9.12.2009	25,75	1.3.2010	25,93	18.5.2010	25,465	5.8.2010	24,755
3.7.2009	25,85	21.9.2009	25,165	10.12.2009	25,72	2.3.2010	25,77	19.5.2010	25,73	6.8.2010	24,755
7.7.2009	25,885	22.9.2009	25,155	11.12.2009	25,73	3.3.2010	25,755	20.5.2010	25,92	9.8.2010	24,78
8.7.2009	26,045	23.9.2009	25,24	14.12.2009	25,74	4.3.2010	25,82	21.5.2010	25,925	10.8.2010	24,775
9.7.2009	25,935	24.9.2009	25,155	15.12.2009	26,1	5.3.2010	25,775	24.5.2010	25,66	11.8.2010	24,815
10.7.2009	26,02	25.9.2009	25,18	16.12.2009	26,345	8.3.2010	25,575	25.5.2010	25,645	12.8.2010	24,89

Zdroj: Česká národní banka

Příloha 1/3

datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz
13.8.2010	24,885	2.11.2010	24,5	20.1.2011	24,41	7.4.2011	24,435	24.6.2011	24,375	13.9.2011	24,545
16.8.2010	24,855	3.11.2010	24,5	21.1.2011	24,29	8.4.2011	24,425	27.6.2011	24,44	14.9.2011	24,545
17.8.2010	24,81	4.11.2010	24,405	24.1.2011	24,22	11.4.2011	24,435	28.6.2011	24,4	15.9.2011	24,525
18.8.2010	24,815	5.11.2010	24,585	25.1.2011	24,23	12.4.2011	24,445	29.6.2011	24,345	16.9.2011	24,465
19.8.2010	24,8	8.11.2010	24,58	26.1.2011	24,22	13.4.2011	24,4	30.6.2011	24,345	19.9.2011	24,635
20.8.2010	24,8	9.11.2010	24,585	27.1.2011	24,24	14.4.2011	24,26	1.7.2011	24,315	20.9.2011	24,655
23.8.2010	24,805	10.11.2010	24,615	28.1.2011	24,245	15.4.2011	24,21	4.7.2011	24,27	21.9.2011	24,93
24.8.2010	24,89	11.11.2010	24,635	31.1.2011	24,23	18.4.2011	24,19	7.7.2011	24,28	22.9.2011	24,875
25.8.2010	24,92	12.11.2010	24,63	1.2.2011	24,105	19.4.2011	24,125	8.7.2011	24,225	23.9.2011	24,87
26.8.2010	24,855	15.11.2010	24,625	2.2.2011	24,125	20.4.2011	24,175	11.7.2011	24,175	26.9.2011	24,675
27.8.2010	24,765	16.11.2010	24,61	3.2.2011	24,095	21.4.2011	24,185	12.7.2011	24,25	27.9.2011	24,48
30.8.2010	24,81	18.11.2010	24,65	4.2.2011	24,01	22.4.2011	24,13	13.7.2011	24,395	29.9.2011	24,56
31.8.2010	24,85	19.11.2010	24,715	7.2.2011	24,07	26.4.2011	24,105	14.7.2011	24,44	30.9.2011	24,755
1.9.2010	24,735	22.11.2010	24,695	8.2.2011	24,02	27.4.2011	24,135	15.7.2011	24,49	3.10.2011	24,875
2.9.2010	24,71	23.11.2010	24,69	9.2.2011	24,21	28.4.2011	24,125	18.7.2011	24,39	4.10.2011	24,91
3.9.2010	24,695	24.11.2010	24,69	10.2.2011	24,245	29.4.2011	24,21	19.7.2011	24,49	5.10.2011	24,815
6.9.2010	24,7	25.11.2010	24,725	11.2.2011	24,255	2.5.2011	24,18	20.7.2011	24,495	6.10.2011	24,845
7.9.2010	24,725	26.11.2010	24,735	14.2.2011	24,235	3.5.2011	24,175	21.7.2011	24,405	7.10.2011	24,78
8.9.2010	24,71	29.11.2010	24,76	15.2.2011	24,29	4.5.2011	24,21	22.7.2011	24,41	10.10.2011	24,775
9.9.2010	24,68	30.11.2010	24,915	16.2.2011	24,325	5.5.2011	24,19	25.7.2011	24,39	11.10.2011	24,785
10.9.2010	24,68	1.12.2010	24,955	17.2.2011	24,325	6.5.2011	24,095	26.7.2011	24,36	12.10.2011	24,795
13.9.2010	24,67	2.12.2010	25,01	18.2.2011	24,375	9.5.2011	24,18	27.7.2011	24,29	13.10.2011	24,745
14.9.2010	24,55	3.12.2010	25,02	21.2.2011	24,455	10.5.2011	24,23	28.7.2011	24,215	14.10.2011	24,74
15.9.2010	24,615	6.12.2010	25,04	22.2.2011	24,495	11.5.2011	24,26	29.7.2011	24,19	17.10.2011	24,765
16.9.2010	24,615	7.12.2010	25,065	23.2.2011	24,515	12.5.2011	24,275	1.8.2011	24,16	18.10.2011	24,91
17.9.2010	24,68	8.12.2010	25,09	24.2.2011	24,53	13.5.2011	24,39	2.8.2011	24,23	19.10.2011	24,87
20.9.2010	24,67	9.12.2010	25,075	25.2.2011	24,49	16.5.2011	24,375	3.8.2011	24,29	20.10.2011	24,9
21.9.2010	24,66	10.12.2010	25,17	28.2.2011	24,35	17.5.2011	24,46	4.8.2011	24,31	21.10.2011	24,995
22.9.2010	24,575	13.12.2010	25,165	1.3.2011	24,35	18.5.2011	24,5	5.8.2011	24,255	24.10.2011	24,985
23.9.2010	24,62	14.12.2010	25,16	2.3.2011	24,29	19.5.2011	24,465	8.8.2011	24,195	25.10.2011	24,905
24.9.2010	24,635	15.12.2010	25,16	3.3.2011	24,21	20.5.2011	24,48	9.8.2011	24,22	26.10.2011	24,93
27.9.2010	24,575	16.12.2010	25,155	4.3.2011	24,31	23.5.2011	24,535	10.8.2011	24,085	27.10.2011	24,83
29.9.2010	24,57	17.12.2010	25,22	7.3.2011	24,225	24.5.2011	24,575	11.8.2011	24,18	31.10.2011	24,8
30.9.2010	24,61	20.12.2010	25,265	8.3.2011	24,23	25.5.2011	24,575	12.8.2011	24,185	1.11.2011	25,035
1.10.2010	24,43	21.12.2010	25,255	9.3.2011	24,28	26.5.2011	24,635	15.8.2011	24,32	2.11.2011	25,15
4.10.2010	24,47	22.12.2010	25,275	10.3.2011	24,365	27.5.2011	24,585	16.8.2011	24,385	3.11.2011	24,915
5.10.2010	24,495	23.12.2010	25,305	11.3.2011	24,335	30.5.2011	24,51	17.8.2011	24,43	4.11.2011	24,995
6.10.2010	24,535	27.12.2010	25,34	14.3.2011	24,335	31.5.2011	24,54	18.8.2011	24,42	7.11.2011	24,995
7.10.2010	24,505	28.12.2010	25,36	15.3.2011	24,395	1.6.2011	24,5	19.8.2011	24,475	8.11.2011	25,175
8.10.2010	24,49	29.12.2010	25,255	16.3.2011	24,375	2.6.2011	24,53	22.8.2011	24,49	9.11.2011	25,44
11.10.2010	24,535	30.12.2010	25,225	17.3.2011	24,4	3.6.2011	24,445	23.8.2011	24,42	10.11.2011	25,5
12.10.2010	24,525	31.12.2010	25,06	18.3.2011	24,385	6.6.2011	24,34	24.8.2011	24,495	11.11.2011	25,705
13.10.2010	24,47	3.1.2011	25,085	21.3.2011	24,47	7.6.2011	24,215	25.8.2011	24,235	14.11.2011	25,74
14.10.2010	24,435	4.1.2011	24,885	22.3.2011	24,445	8.6.2011	24,21	26.8.2011	24,165	15.11.2011	25,77
15.10.2010	24,51	5.1.2011	24,87	23.3.2011	24,42	9.6.2011	24,135	29.8.2011	24,12	16.11.2011	25,59
18.10.2010	24,535	6.1.2011	24,71	24.3.2011	24,55	10.6.2011	24,135	30.8.2011	24,095	18.11.2011	25,475
19.10.2010	24,52	7.1.2011	24,565	25.3.2011	24,525	13.6.2011	24,135	31.8.2011	24,11	21.11.2011	25,58
20.10.2010	24,5	10.1.2011	24,65	28.3.2011	24,545	14.6.2011	24,115	1.9.2011	24,15	22.11.2011	25,485
21.10.2010	24,54	11.1.2011	24,545	29.3.2011	24,515	15.6.2011	24,215	2.9.2011	24,31	23.11.2011	25,64
22.10.2010	24,625	12.1.2011	24,385	30.3.2011	24,525	16.6.2011	24,285	5.9.2011	24,46	24.11.2011	25,695
25.10.2010	24,51	13.1.2011	24,37	31.3.2011	24,54	17.6.2011	24,13	6.9.2011	24,45	25.11.2011	26,025
26.10.2010	24,62	14.1.2011	24,385	1.4.2011	24,51	20.6.2011	24,125	7.9.2011	24,45	28.11.2011	25,75
27.10.2010	24,66	17.1.2011	24,34	4.4.2011	24,465	21.6.2011	24,21	8.9.2011	24,415	29.11.2011	25,54
29.10.2010	24,605	18.1.2011	24,295	5.4.2011	24,44	22.6.2011	24,29	9.9.2011	24,43	30.11.2011	25,32
1.11.2010	24,53	19.1.2011	24,26	6.4.2011	24,42	23.6.2011	24,35	12.9.2011	24,52	1.12.2011	25,28

Zdroj: Česká národní banka

datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz
2.12.2011	25,2	20.2.2012	24,91	10.5.2012	25,16	30.7.2012	25,25	16.10.2012	24,875	7.1.2013	25,535
5.12.2011	25,14	21.2.2012	24,915	11.5.2012	25,25	31.7.2012	25,255	17.10.2012	24,8	8.1.2013	25,58
6.12.2011	25,235	22.2.2012	25,17	14.5.2012	25,395	1.8.2012	25,355	18.10.2012	24,75	9.1.2013	25,53
7.12.2011	25,35	23.2.2012	25,075	15.5.2012	25,515	2.8.2012	25,255	19.10.2012	24,82	10.1.2013	25,63
8.12.2011	25,23	24.2.2012	25,03	16.5.2012	25,47	3.8.2012	25,28	22.10.2012	24,895	11.1.2013	25,615
9.12.2011	25,48	27.2.2012	25,05	17.5.2012	25,51	6.8.2012	25,17	23.10.2012	24,905	14.1.2013	25,615
12.12.2011	25,58	28.2.2012	24,9	18.5.2012	25,325	7.8.2012	25,12	24.10.2012	24,975	15.1.2013	25,61
13.12.2011	25,61	29.2.2012	24,84	21.5.2012	25,225	8.8.2012	25,17	25.10.2012	24,905	16.1.2013	25,58
14.12.2011	25,645	1.3.2012	24,89	22.5.2012	25,28	9.8.2012	25,135	26.10.2012	24,9	17.1.2013	25,54
15.12.2011	25,535	2.3.2012	24,71	23.5.2012	25,505	10.8.2012	25,195	29.10.2012	25,02	18.1.2013	25,63
16.12.2011	25,34	5.3.2012	24,775	24.5.2012	25,39	13.8.2012	25,145	30.10.2012	25,025	21.1.2013	25,625
19.12.2011	25,295	6.3.2012	24,865	25.5.2012	25,43	14.8.2012	25,035	31.10.2012	25,065	22.1.2013	25,61
20.12.2011	25,495	7.3.2012	24,87	28.5.2012	25,305	15.8.2012	24,965	1.11.2012	25,225	23.1.2013	25,6
21.12.2011	25,62	8.3.2012	24,77	29.5.2012	25,505	16.8.2012	24,91	2.11.2012	25,235	24.1.2013	25,595
22.12.2011	25,63	9.3.2012	24,715	30.5.2012	25,66	17.8.2012	25,02	5.11.2012	25,235	25.1.2013	25,605
23.12.2011	25,82	12.3.2012	24,56	31.5.2012	25,695	20.8.2012	24,905	6.11.2012	25,295	28.1.2013	25,7
27.12.2011	25,785	13.3.2012	24,59	1.6.2012	25,785	21.8.2012	24,78	7.11.2012	25,4	29.1.2013	25,66
28.12.2011	25,83	14.3.2012	24,615	4.6.2012	25,735	22.8.2012	24,975	8.11.2012	25,425	30.1.2013	25,66
29.12.2011	25,905	15.3.2012	24,56	5.6.2012	25,72	23.8.2012	24,905	9.11.2012	25,39	31.1.2013	25,62
30.12.2011	25,8	16.3.2012	24,51	6.6.2012	25,565	24.8.2012	24,905	12.11.2012	25,36	1.2.2013	25,635
2.1.2012	25,51	19.3.2012	24,53	7.6.2012	25,325	27.8.2012	24,85	13.11.2012	25,45	4.2.2013	25,67
3.1.2012	25,68	20.3.2012	24,465	8.6.2012	25,485	28.8.2012	24,825	14.11.2012	25,49	5.2.2013	25,65
4.1.2012	25,765	21.3.2012	24,625	11.6.2012	25,4	29.8.2012	24,81	15.11.2012	25,58	6.2.2013	25,735
5.1.2012	25,91	22.3.2012	24,74	12.6.2012	25,68	30.8.2012	24,92	16.11.2012	25,53	7.2.2013	25,27
6.1.2012	25,85	23.3.2012	24,725	13.6.2012	25,58	31.8.2012	24,84	19.11.2012	25,415	8.2.2013	25,24
9.1.2012	25,815	26.3.2012	24,635	14.6.2012	25,54	3.9.2012	24,895	20.11.2012	25,4	11.2.2013	25,24
10.1.2012	25,785	27.3.2012	24,605	15.6.2012	25,595	4.9.2012	24,885	21.11.2012	25,485	12.2.2013	25,315
11.1.2012	25,835	28.3.2012	24,605	18.6.2012	25,51	5.9.2012	24,79	22.11.2012	25,42	13.2.2013	25,415
12.1.2012	25,58	29.3.2012	24,78	19.6.2012	25,49	6.9.2012	24,705	23.11.2012	25,35	14.2.2013	25,385
13.1.2012	25,44	30.3.2012	24,73	20.6.2012	25,455	7.9.2012	24,585	26.11.2012	25,29	15.2.2013	25,385
16.1.2012	25,595	2.4.2012	24,77	21.6.2012	25,685	10.9.2012	24,535	27.11.2012	25,31	18.2.2013	25,39
17.1.2012	25,65	3.4.2012	24,62	22.6.2012	25,775	11.9.2012	24,55	28.11.2012	25,265	19.2.2013	25,435
18.1.2012	25,555	4.4.2012	24,6	25.6.2012	25,81	12.9.2012	24,445	29.11.2012	25,225	20.2.2013	25,395
19.1.2012	25,31	5.4.2012	24,7	26.6.2012	25,96	13.9.2012	24,48	30.11.2012	25,26	21.2.2013	25,5
20.1.2012	25,465	6.4.2012	24,625	27.6.2012	25,915	14.9.2012	24,435	3.12.2012	25,25	22.2.2013	25,5
23.1.2012	25,35	10.4.2012	24,795	28.6.2012	25,81	17.9.2012	24,5	4.12.2012	25,245	25.2.2013	25,53
24.1.2012	25,42	11.4.2012	24,82	29.6.2012	25,64	18.9.2012	24,815	5.12.2012	25,225	26.2.2013	25,56
25.1.2012	25,37	12.4.2012	24,81	2.7.2012	25,515	19.9.2012	24,86	6.12.2012	25,195	27.2.2013	25,64
26.1.2012	25,205	13.4.2012	24,745	3.7.2012	25,555	20.9.2012	24,91	7.12.2012	25,2	28.2.2013	25,635
27.1.2012	25,155	16.4.2012	24,79	4.7.2012	25,5	21.9.2012	24,8	10.12.2012	25,24	1.3.2013	25,675
30.1.2012	25,265	17.4.2012	24,805	9.7.2012	25,535	24.9.2012	24,94	11.12.2012	25,29	4.3.2013	25,66
31.1.2012	25,185	18.4.2012	24,81	10.7.2012	25,43	25.9.2012	24,915	12.12.2012	25,26	5.3.2013	25,625
1.2.2012	25,15	19.4.2012	24,845	11.7.2012	25,4	26.9.2012	24,985	13.12.2012	25,29	6.3.2013	25,565
2.2.2012	25,15	20.4.2012	24,91	12.7.2012	25,44	27.9.2012	24,865	14.12.2012	25,23	7.3.2013	25,51
3.2.2012	25,065	23.4.2012	25,045	13.7.2012	25,395	1.10.2012	25,075	17.12.2012	25,22	8.3.2013	25,445
6.2.2012	24,975	24.4.2012	24,995	16.7.2012	25,39	2.10.2012	25,05	18.12.2012	25,2	11.3.2013	25,545
7.2.2012	25,005	25.4.2012	24,805	17.7.2012	25,34	3.10.2012	25,035	19.12.2012	25,25	12.3.2013	25,66
8.2.2012	24,8	26.4.2012	24,755	18.7.2012	25,28	4.10.2012	24,96	20.12.2012	25,225	13.3.2013	25,63
9.2.2012	24,98	27.4.2012	24,87	19.7.2012	25,33	5.10.2012	24,91	21.12.2012	25,19	14.3.2013	25,615
10.2.2012	25,25	30.4.2012	24,865	20.7.2012	25,57	8.10.2012	24,905	27.12.2012	25,1	15.3.2013	25,575
13.2.2012	25,05	2.5.2012	24,905	23.7.2012	25,585	9.10.2012	24,935	28.12.2012	25,14	18.3.2013	25,62
14.2.2012	25,09	3.5.2012	24,935	24.7.2012	25,535	10.10.2012	24,95	31.12.2012	25,14	19.3.2013	25,645
15.2.2012	25,19	4.5.2012	25,02	25.7.2012	25,555	11.10.2012	24,935	2.1.2013	25,225	20.3.2013	25,68
16.2.2012	25,265	7.5.2012	25,03	26.7.2012	25,505	12.10.2012	24,955	3.1.2013	25,26	21.3.2013	25,81
17.2.2012	25	9.5.2012	25,245	27.7.2012	25,31	15.10.2012	24,93	4.1.2013	25,355	22.3.2013	25,84

Zdroj: Česká národní banka

datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz	datum	kurz
25.3.2013	25,73	13.6.2013	25,725	30.8.2013	25,735	18.11.2013	27,125
26.3.2013	25,8	14.6.2013	25,72	2.9.2013	25,685	19.11.2013	27,35
27.3.2013	25,81	17.6.2013	25,725	3.9.2013	25,72	20.11.2013	27,33
28.3.2013	25,725	18.6.2013	25,68	4.9.2013	25,78	21.11.2013	27,195
29.3.2013	25,735	19.6.2013	25,685	5.9.2013	25,74	22.11.2013	27,255
2.4.2013	25,88	20.6.2013	25,8	6.9.2013	25,76	25.11.2013	27,27
3.4.2013	25,83	21.6.2013	25,82	9.9.2013	25,83	26.11.2013	27,33
4.4.2013	25,815	24.6.2013	25,865	10.9.2013	25,835	27.11.2013	27,34
5.4.2013	25,765	25.6.2013	25,795	11.9.2013	25,775	28.11.2013	27,35
8.4.2013	25,73	26.6.2013	25,86	12.9.2013	25,815	29.11.2013	27,39
9.4.2013	25,76	27.6.2013	25,895	13.9.2013	25,775	2.12.2013	27,405
10.4.2013	25,865	28.6.2013	25,95	16.9.2013	25,765	3.12.2013	27,46
11.4.2013	25,93	1.7.2013	25,975	17.9.2013	25,72	4.12.2013	27,455
12.4.2013	25,865	2.7.2013	25,99	18.9.2013	25,81	5.12.2013	27,45
15.4.2013	25,865	3.7.2013	26,02	19.9.2013	25,735	6.12.2013	27,49
16.4.2013	25,87	4.7.2013	26,05	20.9.2013	25,825	9.12.2013	27,5
17.4.2013	25,855	8.7.2013	25,945	23.9.2013	25,92	10.12.2013	27,45
18.4.2013	25,875	9.7.2013	25,87	24.9.2013	25,93	11.12.2013	27,435
19.4.2013	25,855	10.7.2013	25,93	25.9.2013	25,875	12.12.2013	27,48
22.4.2013	25,93	11.7.2013	25,91	26.9.2013	25,81	13.12.2013	27,535
23.4.2013	25,91	12.7.2013	25,975	27.9.2013	25,69	16.12.2013	27,595
24.4.2013	25,91	15.7.2013	26,02	30.9.2013	25,735	17.12.2013	27,655
25.4.2013	25,9	16.7.2013	25,95	1.10.2013	25,65	18.12.2013	27,72
26.4.2013	25,74	17.7.2013	25,96	2.10.2013	25,605	19.12.2013	27,65
29.4.2013	25,7	18.7.2013	25,925	3.10.2013	25,555	20.12.2013	27,655
30.4.2013	25,795	19.7.2013	25,945	4.10.2013	25,555	23.12.2013	27,575
2.5.2013	25,665	22.7.2013	25,975	7.10.2013	25,51	27.12.2013	27,44
3.5.2013	25,64	23.7.2013	25,98	8.10.2013	25,52	30.12.2013	27,445
6.5.2013	25,69	24.7.2013	25,935	9.10.2013	25,605	31.12.2013	27,425
7.5.2013	25,745	25.7.2013	25,95	10.10.2013	25,53		
9.5.2013	25,79	26.7.2013	25,95	11.10.2013	25,53		
10.5.2013	25,805	29.7.2013	25,91	14.10.2013	25,55		
13.5.2013	25,845	30.7.2013	25,85	15.10.2013	25,615		
14.5.2013	25,89	31.7.2013	25,86	16.10.2013	25,68		
15.5.2013	26,005	1.8.2013	25,955	17.10.2013	25,7		
16.5.2013	25,98	2.8.2013	25,95	18.10.2013	25,78		
17.5.2013	25,99	5.8.2013	25,935	21.10.2013	25,81		
20.5.2013	26,12	6.8.2013	25,92	22.10.2013	25,73		
21.5.2013	26,1	7.8.2013	25,98	23.10.2013	25,815		
22.5.2013	26,07	8.8.2013	25,815	24.10.2013	25,775		
23.5.2013	26,095	9.8.2013	25,925	25.10.2013	25,745		
24.5.2013	25,995	12.8.2013	25,88	29.10.2013	25,75		
27.5.2013	25,96	13.8.2013	25,875	30.10.2013	25,745		
28.5.2013	25,89	14.8.2013	25,82	31.10.2013	25,72		
29.5.2013	25,895	15.8.2013	25,815	1.11.2013	25,85		
30.5.2013	25,795	16.8.2013	25,8	4.11.2013	25,835		
31.5.2013	25,71	19.8.2013	25,855	5.11.2013	25,835		
3.6.2013	25,745	20.8.2013	25,775	6.11.2013	25,785		
4.6.2013	25,78	21.8.2013	25,775	7.11.2013	26,85		
5.6.2013	25,86	22.8.2013	25,74	8.11.2013	26,965		
6.6.2013	25,775	23.8.2013	25,665	11.11.2013	26,995		
7.6.2013	25,57	26.8.2013	25,625	12.11.2013	27,01		
10.6.2013	25,68	27.8.2013	25,76	13.11.2013	27,055		
11.6.2013	25,615	28.8.2013	25,715	14.11.2013	27,17		
12.6.2013	25,67	29.8.2013	25,68	15.11.2013	27,15		

Zdroj: Česká národní banka

Ocenění plain vanilla put opce

```
X = 27.48174

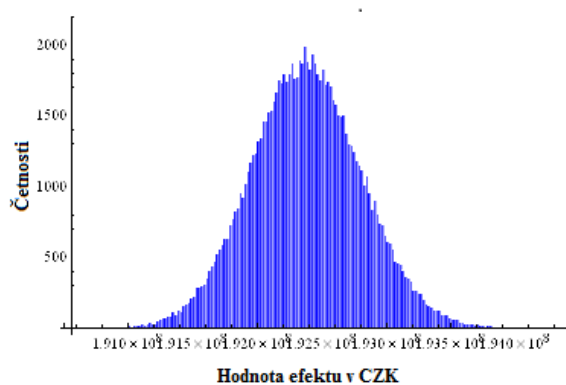
Pribor1m = 0.0029;
LiborEur1m = 0.00214;
S0 = 27.480;
dt = 1 / 12;

p = BlackScholesPut[S0, X, stdevr, Pribor1m, LiborEur1m, dt]
0.243344
```

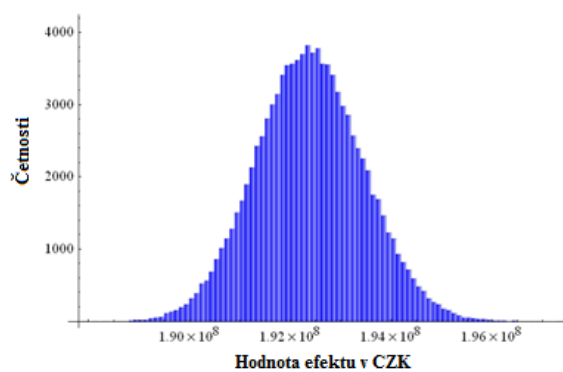
Přitom S_0 značí počáteční kurz CZK/EUR, X je realizační cena, $Pribor1m$ je domácí bezriziková sazba, $LiborEur1m$ značí zahraniční bezrizikovou sazbu, dt je doba do realizace opce. Roční směrodatná odchylka je vyjádřena zkratkou $stdevr$, p značí cenu plain vanilla put opce a $BlackScholesPut$ je výpočet evropské put opce pomocí Black-Scholesova modelu.

Graficky znázorněné efekty při částečném zajištění devizové pozice

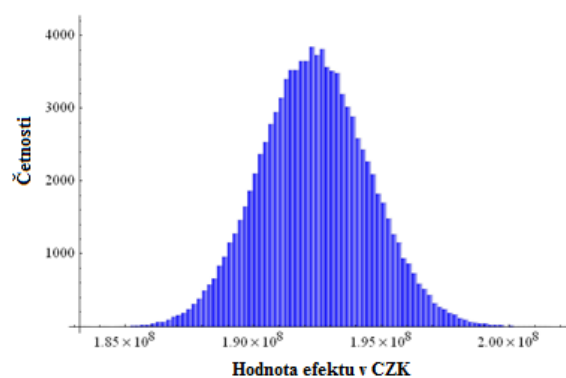
Efekt ze zajištění forwardem $\alpha = 90\%$, nezajištění $1 - \alpha$



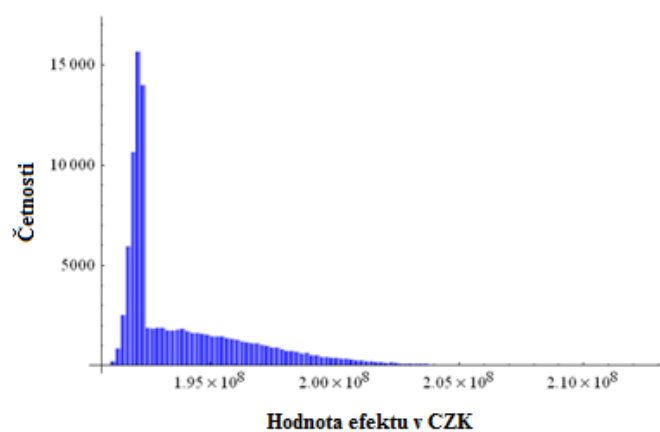
Efekt při využití zajištění forwardem $\alpha = 75\%$, nezajištění $1 - \alpha$



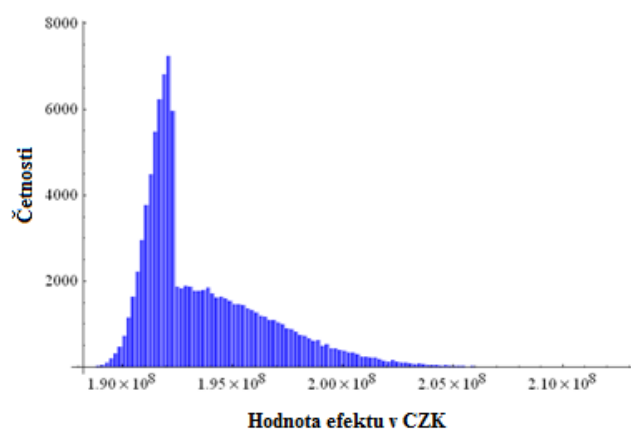
Efekt ze zajištění forwardem $\alpha = 50\%$, nezajištění $1 - \alpha$



Efekt ze zajištění put opcí $\alpha = 90\%$, nezajištění $1 - \alpha$



Efekt ze zajištění put opcí $\alpha = 75\%$, nezajištění $1 - \alpha$



Efekt ze zajištění put opcí $\alpha = 50\%$, nezajištění $1 - \alpha$

